UNIVERSITY OF HAWAII LIBRARY Aug 3 1960

KOLLOID ZEITSCHRIFT

ZEITSCHRIFT FÜR REINE UND ANGEWANDTE KOLLOIDWISSENSCHAFT
EINSCHLIESSLICH DER MAKROMOLEKULAREN SUBSTANZEN

Zur Zeit vereinigt mit den Kolloid-Beiheften. Organ f. d. Veröffentlichungen der Kolloid-Gesellschaft

Herausgegeben von

F. HORST MÜLLER
MARBURG/LAHN

JOACHIM STAUFF
FRANKFURT/MAIN

Referatenteil: **E. ÜHLEIN**, Frankfurt a. M. · Patentteil: **J. REITSTÖTTER**, München

Band 170 Juni 1960 Heft 2

INHALT

Originalarbeiten

Aus dem Physikalischen Laboratorium Mosbach

Brüche, Barbara, Über sehr dünne Goldeinkristall-Plättchen (mit 15 Abbildungen in 20 Einzeldarstellungen) 97

Aus dem Forschungsinstitut für Fernmeldetechnik und dem Staatlichen Ungarischen Onkologischen Institut, Budapest (Ungarn)

Hangos, I., H. Toperzer, Gy. Pozsgay und *L. Vecsernyés,* Absorptionsuntersuchungen von Silikatsolen an der Oberfläche von Leuchtstoffen (mit 5 Abbildungen und 8 Tabellen) 104

From the Department of Chemistry, College of General Education, University of Tokyo (Japan)

Tamaki, Kunio, The Action of Alkyl-Substituted Ammonium Chlorides on Negative Silver Iodide Sol (with 2 figures and 2 tables) 113

From the Chemistry Department, Lucknow University, Lucknow (India)

Chatterji, A. C. and *H. N. Bhargava,* Studies in Inorganic Polyelectrolytes. Part III. Conductivity Behaviour of the Aqueous Solutions of Condensed Phosphates (with 6 figures and 5 tables) 116

Kanamaru, Kisou, Kyoichiro Ikari, Tadashi Kishimoto and *Eiichi Fukada* (Tokyo, Japan), Non-Destructive Quality Test of Adhesive Joints by Means of Resonance Measurements (with 14 figures in 15 details) 123

From the Department of Colloid Science, University of Cambridge, Cambridge (England)

Ottewill, R. H. and *A. Watanabe,* Studies on the Mechanism of Coagulation. Part. 2. The Electrophoretic Behaviour of Positive Silver Iodide Sols in the Presence of Anionic Surface Active Agents (with 7 figures and 2 tables) 132

Fortsetzung siehe 2. Umschlagseite

DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG · DARMSTADT

Mit 62 Abbildungen in 76 Einzeldarstellungen und 18 Tabellen

Postverlagsort: Darmstadt

INHALT (Fortsetzung)

Aus dem Laboratorio da Produção Mineral, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro (Brasilien)

Zocher, H. und *C. Török*, Neuere Beiträge zur Kenntnis der Taktosole. Teil I. Ein neues Taktosol: Aluminiumhydroxyd (mit 6 Abbildungen in 11 Einzeldarstellungen) 140

Aus dem Deutschen Kunststoff-Institut Darmstadt

Hellwege, K. H. und *G. Hoff*, Polarisationsoptische Messungen an Polyäthylensphärolithen (mit 6 Abbildungen in 9 Einzeldarstellungen) 144

Wissenschaftliche Kurzberichte

Aus dem Institute of Physical and Chemical Research, Hongo, Tokio (Japan) und dem Pilot-Laboratorium, Hiratsuka-Kanagawa (Japan)

Yamaguchi, Shigeto und *Tominosuke Katsurai*, Zur Bildung des ferromagnetischen Fe_3S_4 (mit 1 Abbildung und 1 Tabelle) 147

Buchbesprechungen 148

Zur Besprechung eingegangene Bücher 149

Referate 150

Corrections: *J. F. M. Oth* (Bruxelles), Etudes sur les fibres naturelles et de synthèse. IV. Enthalpie et entropie de mélange du collagène amorphe avec l'eau [Kolloid-Z., **168**, 49–56 (1960)] 160

Autorenregister zu Band 168—170 161

Sachregister zu Band 168—170 174

FORTSCHRITTE DER PHYSIKALISCHEN CHEMIE

Herausgegeben von Prof. Dr. W. Jost-Göttingen

Band 1. W. Jost-Göttingen, **Diffusion.** Methoden der Messung und Auswertung. X, 177 Seiten mit 57 Abb. und 19 Tab. 1957. Kart. DM 25,—

Band 2. H. Röck-Trostberg/Obb., **Ausgewählte moderne Trennverfahren zur Reinigung organischer Stoffe.** VIII, 169 Seiten mit 114 Abb. und 33 Tab. 1957. Kart. DM 24,—

Band 3. E. F. Greene und J. P. Toennies-Providence, R. I., **Chemische Reaktionen in Stoßwellen.** Übersetzt von H.-G. Wagner-Göttingen. XV, 202 Seiten mit 85 Abb. und 15 Tab. 1959. Kart. DM 25,—

Band 4. B. Honigmann-Ludwigshafen, **Gleichgewichts- und Wachstumsformen von Kristallen.** XII, 161 Seiten mit 79 Abb. und 12 Tab. 1958. Kart. DM 26,—

Band 5. H. Röck-Trostberg/Obb., **Destillation im Laboratorium.** Extraktive und azeotrope Destillation. XIII, 164 Seiten mit 65 Abb. und 24 Tab. 1960. Kart. DM 26,—

Band 6. Z. G. Szabó-Szeged, **Fortschritte in der Kinetik der homogenen Gasreaktionen.** Etwa X, 210 Seiten mit 16 Abb. 1960. Kart. ca. DM 30,—

Die Sammlung wird fortgesetzt.

DR. DIETRICH STEINKOPFF VERLAG · DARMSTADT

Diesem Heft liegt ein Prospekt des **Dr. Dietrich Steinkopff Verlages**, Darmstadt, bei. Wir bitten um Beachtung.

KOLLOID-ZEITSCHRIFT

zur Zeit vereinigt mit den **Kolloid-Beiheften**

Band 170 | Juni 1960 | Heft 2

*Aus dem Physikalischen Laboratorium Mosbach**)

Über sehr dünne Goldeinkristall-Plättchen

Von Barbara Brüche

Mit 15 Abbildungen in 20 Einzeldarstellungen

(Eingegangen am 22. Februar 1960)

In den letzten Jahren sind mehrfach Goldeinkristall-Plättchen einer Dicke von ~ 100 Å, die chemisch aus Goldchlorid-Lösung gewonnen wurden, zu elektronenmikroskopischen Untersuchungen benutzt worden. So haben 1954 *E. Suito* und *R. Ueyda* (1) sechseckige Goldeinkristall-Plättchen bis zu 8 μ Größe beschrieben und festgestellt, daß diese Kristall-Lamellen stets so aufgebaut sind, daß die (111)-Ebene des kubisch-flächenzentrierten Goldgitters in der Ebene der Lamelle liegt. *O. Rang* (2) sowie *E. Suito* und *R. Uyeda* haben diese Kristalle zum Studium des Moirés benutzt, worunter man bei der Überlagerung zweier Gitter auftretende Scheinstrukturen versteht. *E. Brüche* und *J. Demmy* (4) konnten zeigen, daß es sich bei solchen Kristallen um Sonderformen handelt, die sie als „Wendelkristalle" bezeichneten.

Die Goldkristalle wurden von *Suito* und *Uyeda* (1) aus einer „0,06%igen wäßrigen Goldchloridlösung durch Reduktion mit einigen ml gesättigter Salizylsäurelösung bei 90 °C" hergestellt. Der p_H-Wert der Initiallösung lag unter 3,2. Es entstand sogleich eine Trübung, die sich noch während zwei bis drei Tagen langsam verstärkte. Im durchfallenden Licht erschien die Flüssigkeit blau, im auffallenden rötlich-braun. Bei mikroskopischer Betrachtung fanden die Autoren 100 Å dicke und bis 8 μ große, meist wachstumsgestörte drei- und sechseckige Kristallplättchen.

Es hat sich aber gezeigt, daß es nicht ohne weiteres gelingt, bestimmte Kristalle reproduzierbar herzustellen. Dies liegt an der Unkenntnis über die spezifischen Einflüsse auf das Goldkristallwachstum. Schon *R. Zsigmondy* und *P. A. Thiessen* (5) hatten 1925 bei Angaben über die Herstellung von kolloidem Gold auf die außerordentlich große Empfindlichkeit solcher Reaktionen gegenüber Nebenumständen hingewiesen: „... selbst anscheinend nebensächliche Angaben, wie z. B. die Reihenfolge des Hinzugebens von Reagenzien zu einem System oder die Geschwindigkeit ihres Zusatzes, sind oft von maßgebender Wichtigkeit".

Da das Studium des Entstehens der Kristalle von der Freisetzung der Goldatome ab interessant ist und da das Elektronenmikroskop über die älteren kolloidchemischen Methoden und auch über das Ultramikroskop hinaus neue Einblicke erwarten läßt, wurde versucht festzulegen, wann Kristalle bestimmter Art entstehen und wie man die größten Plättchen erhält. Abgesehen von den so erzielten allgemeinen Erkenntnissen wurde ermittelt, wie man regelmäßig gewachsene und gewendelte Kristalle herstellen kann. Es gelingt, vollkommene Kristallplättchen von ~ 15 μ bzw. 60 μ bei etwa 10 mμ Dicke[1]) und von ~ 100 μ bei etwa 15 mμ Dicke und gewendelte Kristalle von

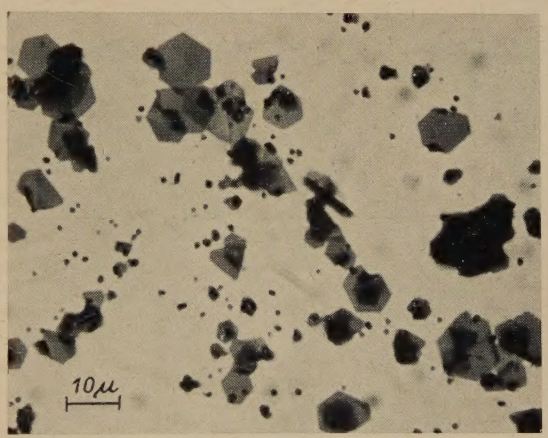


Abb. 1. Lichtmikroskopisches Übersichtsbild zur Kristallgrößen-Bestimmung. $D = 10\,\mu$

*) Angeschlossen der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen. (V. 69/60)

[1]) 1 mμ = 10 Å = 1 nm.

~ 8 μ bzw. 25 μ bei etwa 10mμ Dicke der einzelnen Lamelle herzustellen.

1. Durchführung der Versuche

Bei den systematischen Versuchen wurde von der eingangs von *Suito* und *Uyeda* angegebenen Vorschrift ausgegangen. Gegenüber den von den Autoren mitgeteilten Daten wurden Variationen hinsichtlich der Goldchlorid-Konzentration, der Salizylsäure-Menge, des p_H-Wertes der Initiallösung sowie der Reaktionstemperatur vorgenommen.

Als Ausgangssubstanz diente Tetrachlor-gold(III)-säure ($H[AuCl_4] + 4H_2O$), welche im folgenden aus Gründen der Einfachheit als Goldchlorid bezeichnet wird.

Zu den jeweils doppelt durchgeführten Versuchen gelangten im allgemeinen Kristallisierschalen von 50 ccm Inhalt[2]) zur Verwendung. Sie waren mit 25 ml Goldchloridlösung, mit Chlorwasserstoffsäure auf den gewünschten p_H-Wert eingestellt, gefüllt worden. Die

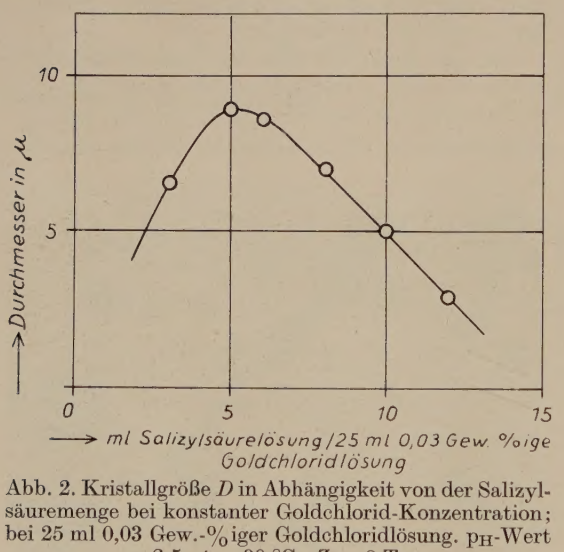


Abb. 2. Kristallgröße D in Abhängigkeit von der Salizylsäuremenge bei konstanter Goldchlorid-Konzentration; bei 25 ml 0,03 Gew.-%iger Goldchloridlösung. p_H-Wert = 2,5; t = 90 °C; Z = 8 Tage

Schalen mit der Lösung wurden anschließend auf einer Heizplatte erhitzt, das Goldchlorid durch tropfenweise Zugabe der inzwischen ebenfalls auf gleiche Temperatur erwärmten, bei 20 °C gesättigten Salizylsäurelösung unter Umschütteln reduziert. Bei der als Beispiel herausgegriffenen Variation der Reduktionsmittelmenge verlief eine Einzelversuchsreihe folgendermaßen:

Der Goldchloridlösung von 0,03 Gew.-% mit dem p_H-Wert von 2,5 wurden 3, 5, 6, 8, 10 bzw. 12 ml heiße Salizylsäurelösung zugefügt. Die 12 Schalen wurden dann an einem erschütterungsfreien Ort bei 20 °C der Kristallisation überlassen. Nach ein bis drei Tagen, je nach der Menge des Reduktionsmittels, zeigte sich eine rötlich glänzende Haut auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Da aus Vorversuchen bereits bekannt war, daß unter den vorliegenden Bedingungen eine Wachstumszeit Z von zehn Tagen benötigt wird, wurde erst dann ein Stückchen der Kristallhaut mittels einer Platindrahtöse auf den Objektträger des Lichtmikroskops zur Größenfeststellung der Kristalle gebracht.

Abb. 1 zeigt eine so erhaltene Aufnahme, bei der Kristalle zwischen 1 μ und 13 μ Ausdehnung liegen. Die Zuordnung eines Kristalldurchmessers zu einer solchen Aufnahme ist sowohl wegen der Kristallformen als auch wegen des begrenzten Gesichtsfeldes in gewissem Maße willkürlich. Es wurden nicht die jeweils größten Kristalle einer Aufnahme als Zuordnungsgröße benutzt, da es nicht sicher ist, ob seltene extrem große Kristalle auf jeder Aufnahme vorhanden sind. Als „Größe D" wurde vielmehr der Durchmesser jener Kristalle bezeichnet, die auch in kleinen Beobachtungsfeldern genügend oft auftreten. In dem Fall der Abb. 1 wurde nach dieser Absprache D = 10 μ als charakteristisch festgelegt.[3])

In Abb. 2 ist das Resultat der Versuchsreihe dargestellt. Man erkennt, daß die Menge der Salizylsäurelösung von 5 ml unter den angegebenen Bedingungen die größten Kristalle liefert.

Nach Festlegung der Kristallgröße wurden einzelne Kristalle auf Kohlehäutchen ins Elektronenmikroskop gebracht.

2. Kristallgrößen-Abhängigkeit

In Abb. 2 wurde gezeigt, welche Kristallgröße bei einer 0,03 Gew.-%igen Goldchlorid-Konzentration in Abhängigkeit von der Salizylsäure-Konzentration zu erhalten ist.

In Abb. 3 sind die Ergebnisse für Konzentrationen zwischen 0,01 Gew.-% und 0,06 Gew.-% Goldchlorid bei einer Mischungstemperatur von 90 °C und einem p_H-Wert von 2,5 zusammengestellt. Unter 0,01 Gew.-% Goldchlorid wurde fast keine Bildung mehr beobachtet, was auf Mangel an Goldatomen zur Keimbildung zurückgeführt wird. Über 0,06 Gew.-% Goldchlorid bilden sich undurchstrahlbare Klumpen.

Die erste Frage gilt dem optimalen *Konzentrations-Verhältnis* Salizylsäure-Konzentration C_S : Goldchlorid-Konzentration C_G zur Erzielung großer Kristalle. In Abb. 4 ist hierzu C_G über C_S aufgetragen. Es ergibt sich eine Gerade mit dem Konzentrationsver-

[2]) Der Einfluß der Schalengröße ist für das Kristallwachstum nicht unbedeutend. Es zeigte sich, daß die Goldplättchen – sie bilden sich fast alle an der Oberfläche der Reaktionsflüssigkeit aus – bei relativ großer Oberfläche ungestörter und gleichmäßiger wachsen können, da mehr Platz vorhanden ist.

[3]) Die in den Abbildungen dieser Arbeit eingetragenen Punkte machen keinen Anspruch auf eine Genauigkeit über etwa ± 10–20%. Sie sind trotz dieser Ungenauigkeit in die Kurven eingezeichnet, um darzulegen, daß im entsprechenden Abzissen-Wert Versuche durchgeführt wurden.

hältnis $C_S : C_G = 1{,}17 : 1{,}0$ (also etwa 6 : 5). Umgerechnet auf Mole entspricht das dem konstanten Verhältnis $C_S : C_G = 1 : 3{,}5$. Auf ein Salizylsäuremolekül kommen also 3,5 Moleküle $H[AuCl_4] + 4\,H_2O$, bzw. 3,5 Goldatome.

Es liegt nahe, die Abhängigkeit der Kristallgröße von C_G und C_S noch in einem räumlichen Diagramm zu veranschaulichen,

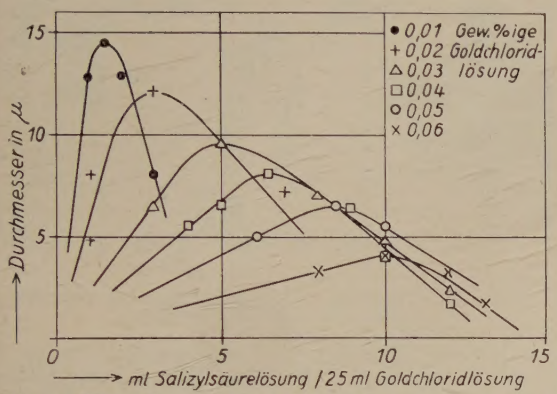


Abb. 3. Kristallgröße D in Abhängigkeit von der Salizylsäuremenge bei verschiedenen Goldchlorid-Konzentrationen; bei 25 ml Goldchloridlösung; p_H-Wert = 2,5; t = 90 °C; Z = entspr. Abb. 9a

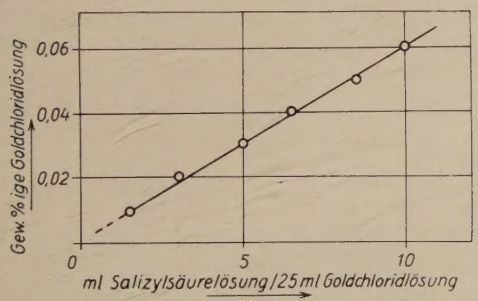


Abb. 4. Günstigste Salizylsäuremenge für verschiedene Goldchlorid-Konzentrationen; bei 25 ml Goldchloridlösung; p_H-Wert = 2,5; t = 90 °C; Z = entsprechend Abb. 9a

wie es in Abb. 5 ohne Anspruch auf quantitative Bedeutung durchgeführt worden ist. Die Gerade über der schraffierten Ebene gibt die maximale Größe der bei bestimmter C_G erreichbaren Kristalle. Diese Verbindungsgerade der Maxima zeigt bei niedrigen Konzentrationen die größten Kristalle. Der Durchmesser der größtmöglichen Kristalle in diesem System wäre etwa 17 μ. Eine Extrapolation über den Untersuchungsbereich hinaus ist jedoch sinnlos, da bei Goldchlorid-Konzentrationen unter 0,01 Gew.-% eine selbständige Keimbildung praktisch nicht mehr erfolgt. Die theoretische Grenze der Größe wäre erreicht, wenn sich alles Gold in einem Kristallplättchen zusammenlagern würde. Diese Grenzgröße läge bei einer Goldchlorid-Konzentration von 0,01 Gew.-% bei 7 cm Durchmesser. Das ist weit außerhalb der Beobachtung, für die ca. 15 μ als Maximalgröße erzielt wurde.

Auf der Seite hoher Konzentrationen entstehen – wie bereits erwähnt wurde – kleine, dicke Kristalle, die sich meist als Klumpen

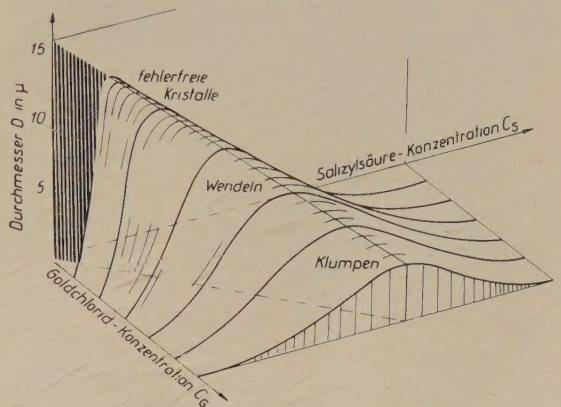


Abb. 5. Kristallgröße D in Abhängigkeit von Goldchlorid- und Salizylsäure-Konzentration; bei 25 ml Goldchloridlösung und entsprechender Salizylsäuremenge; p_H-Wert = 2,5; t = 90 °C; Z = entsprechend Abb. 9a

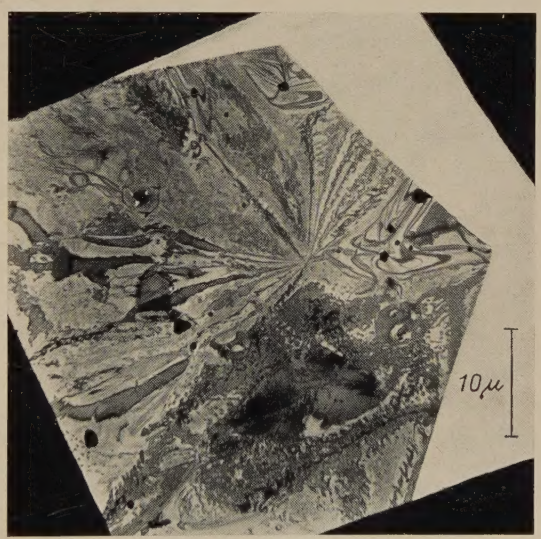


Abb. 6. Großer Goldkristall von 60 μ Durchmesser, über die Gitterzwischenräume des elektronenmikroskopischen Objektträger-Netzchens hinausragend, gewachsen aus 25 ml 0,04 Gew.-%iger Goldchloridlösung, 6,5 ml Salizylsäurelösung; p_H-Wert = 1,0; t = 90 °C

zeigen. Dazwischen liegt das Gebiet der Wendelkristalle, die im Wachstum gleichsam den Übergang von idealen Einkristall-Plättchen zu kleinen, dicken und meist verwachsenen Kristallen darstellen.

Neben dem Konzentrationsverhältnis $C_G : C_S$ ist der p_H-*Wert der Initiallösung* für die Größe der Goldkristalle von größter Bedeutung. Bisher wurde ohne Begründung ein p_H-Wert von 2,5 angenommen. Er erwies sich besonders günstig für das Wachstum der interessanten Wendelkristalle mit ihren Übergangsformen, nebenbei aber auch für die Ausbildung relativ großer vollkommener Plättchen. p_H-Werte über 2,7 lassen eine zu starke Keimbildung zu, deren Ergebnis dicke Kristallklumpen sind.

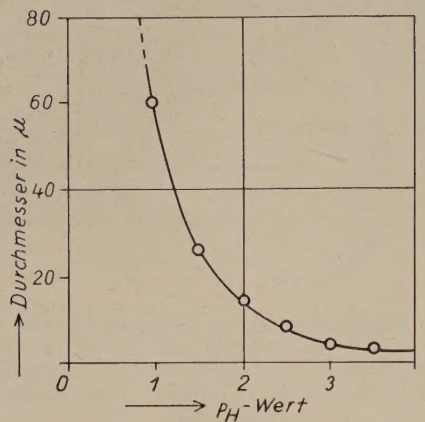


Abb. 7. Kristallgröße D in Abhängigkeit vom p_H-Wert; bei 25 ml 0,03 Gew.-%iger Goldchloridlösung; 5 ml Salizylsäurelösung; $t = 90$ °C; $Z = 10$ Tage

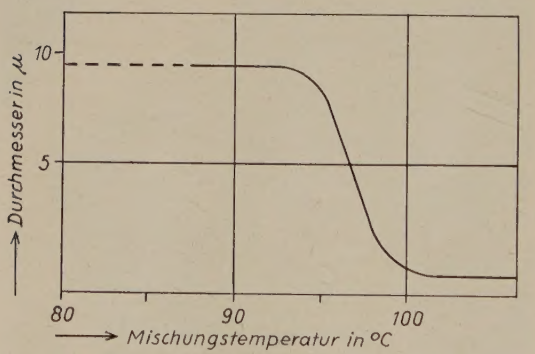


Abb. 8. Kristallgröße D in Abhängigkeit von der Reaktionstemperatur t; bei 25 ml 0,03 Gew.-%iger Goldchloridlösung; 5 ml Salizylsäurelösung; p_H-Wert 2,5; $t = 90$ °C; $Z = 10$ Tage

Sieht man jedoch von der Bildung der Wendelkristalle ab, gelingt es, durch Änderung des p_H-Wertes mit Chlorwasserstoffsäure unter sonst gleichen Bedingungen der oben beschriebenen Salizylsäure-Reduktionen Einkristall-Plättchen bis zu einer Größe von etwa 60 μ bei der gewünschten Dicke von etwa 10 mμ (Abb. 6) zu erhalten. Abb. 7 zeigt die Abhängigkeit der Kristallgröße vom p_H-Wert in graphischer Darstellung, wobei bei p_H-Werten unter 1 eine Kristallbildung immer geringer wird und schließlich aufhört, da die stärkere HCl-Konzentration die Keimbildung zunehmend erschwert.

Mit ähnlichem Erfolg können auch andere Reduktionsmittel verwendet werden. Ausgehend von einer Vorschrift für die Darstellung kubischer Goldkristalle von *N. Averkieff* (6) konnten mit 25 ml 0,385 Gew.-%iger Goldchloridlösung vom p_H-Wert 1,5 (HCl) durch Reduktion mit 1 ml 20%iger Formaldehydlösung bei 20 °C nach 2stündigem Erhitzen auf dem Wasserbad nach etwa 10 Tagen bis 100 μ große, etwa 150 mμ dicke Goldkristalle erzielt werden. Bei größeren Mengen Chlorwasserstoffsäure werden die Kristalle zwar noch größer, jedoch gleich-

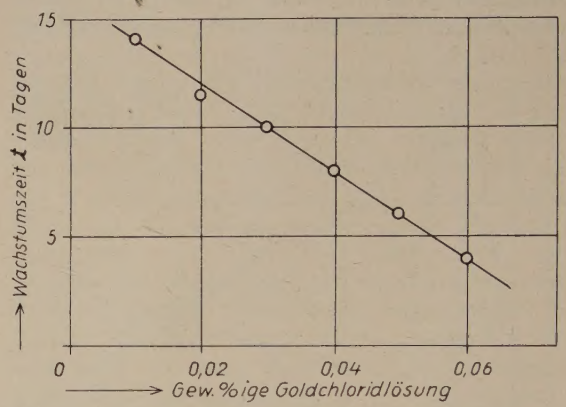


Abb. 9a. Wachstumsdauer Z in Abhängigkeit von verschiedenen Goldchlorid-Konzentrationen bis zur Endgröße der Kristalle; bei 25 ml Goldchloridlösung, Salizylsäuremenge entsprechend Abb. 4; p_H-Wert = 2,5; $t = 90$ °C

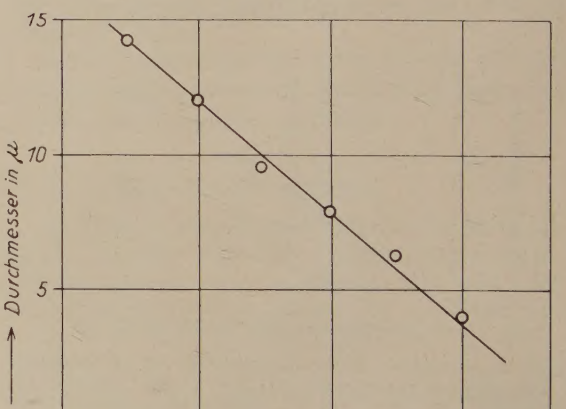
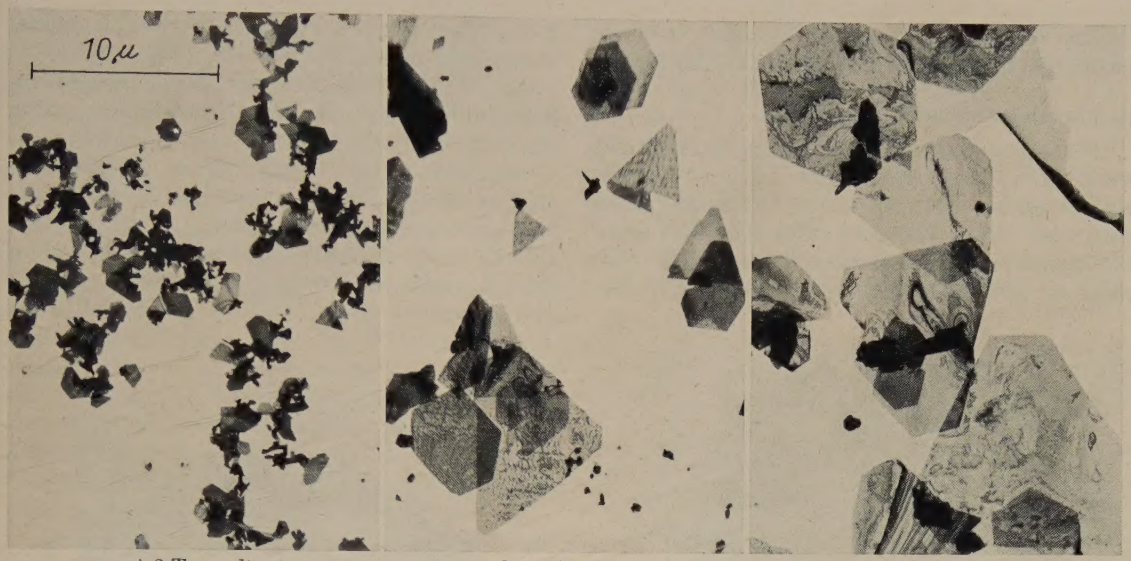


Abb. 9b. Kristallgrößen D verschiedener Goldchlorid-Konzentration bei günstigsten Salizylsäuremengen; bei 25 ml Goldchloridlösung, Salizylsäuremengen entspr. Abb. 4; p_H-Wert = 2,5; $t = 90$ °C; $Z =$ entspr. Abb. 9a



a) 2 Tage alt b) 8 Tage alt c) 14 Tage alt

Abb. 10. Kristalle verschiedener Wachstumsstufen, gewachsen aus einer 0,01 Gew.-%igen Goldchloridlösung

zeitig auch dicker. Langsam nähert sich die Kristallform der kubischer Kristalle.

Es bedarf noch der Prüfung, welchen Einfluß die *Mischungstemperatur* auf die Kristallgröße hat. Dazu sind in Abb. 8 als Beispiel bei 0,03 Gew.-%iger Goldchloridlösung die Endkristallgrößen über der Temperatur aufgetragen. Abb. 8 zeigt eine ausgeprägte Kurve, nach der Mischungstemperaturen unter 93 °C zur Erzielung großer Kristalle notwendig sind. Allerdings darf dieser Wert auch nicht erheblich unterschritten werden, da sonst überhaupt keine Kristallbildung mehr erfolgt. Temperaturen über 93 °C begünstigen die Kristallbildung so stark, daß ein überhasteter fehlerhafter Kristallbau erfolgt.

Es bleibt die *Wachstumsdauer* der Kristalle bis zur Endgröße zu betrachten. Hierzu ist in Abb. 9 die Zeit bis zur praktischen Endgröße und die dabei erreichte Größe über C_G bzw. der proportionalen C_S ($C_G : C_S$ = const) aufgetragen. Wiederum ergeben sich in Annäherung Geraden, d. h. ein Kristallplättchen wird um so größer, je länger es zum Wachsen Zeit hat. Bei der geringsten Konzentration

Abb. 11. Typischer Wendelkristall

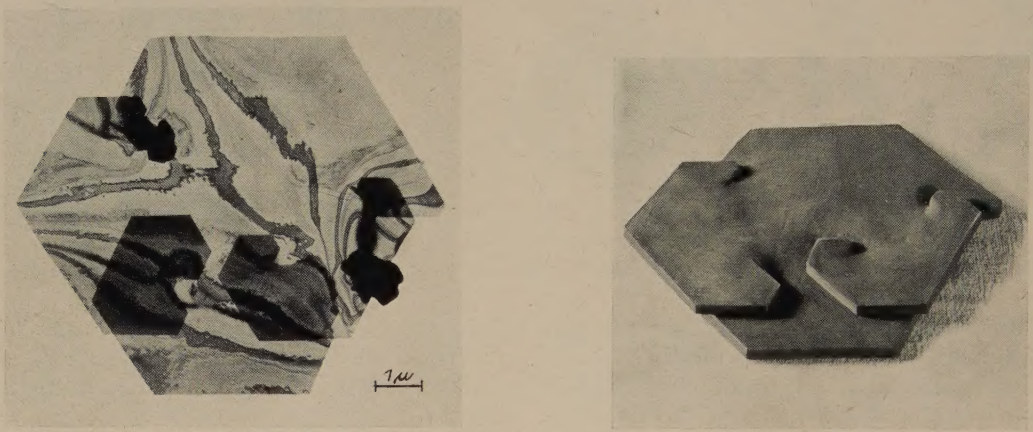
Abb. 12. Rundwendel mit schwulstiger Randverdickung, Sonderform eines Wendelkristalls

ist die Wachstumsdauer am längsten und der erreichte Kristalldurchmesser am größten[4]).

3. Vorgang des Kristallaufbaus

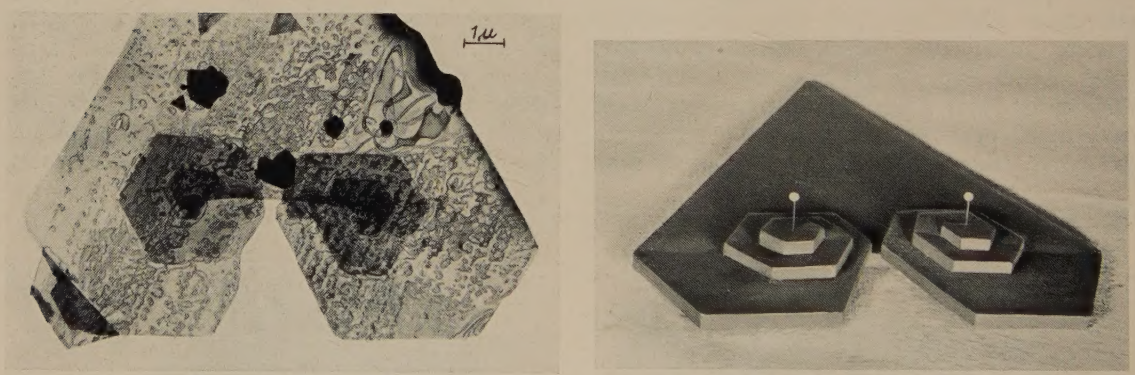
Die Wachstumszeit bis zu den Endformen ist bei schwachen Goldchlorid-Konzentrationen lang, bei starken kurz. Offenbar hängt das mit dem Angebot von Material zum Kristallaufbau zusammen, das auch bestimmt, welche Größe und Exaktheit der zusammenfassendes Bild des Kristallisationsvorganges zu entwerfen:

Bei der Reaktion beim Zusammenfügen der Goldchlorid- und der Salizylsäurelösung werden durch Reduktion des Goldchlorids Goldatome frei. Wenn beim Zusammentreffen einige Atome eine der Goldkristallstruktur entsprechende Stellung einnehmen, ist der erste Keim gebildet. Da die Keime durch größeren Energiegehalt richtend und



a) Durchstrahlungsbild b) Modell

Abb. 13. Überlappungen als Ansätze zu Wendeln



a) Durchstrahlungsbild b) Modell

Abb. 14. Doppelwendel an einem Kristallplättchen. Die Stecknadeln bezeichnen jeweils die durch eine Wendel laufende Versetzung und damit gleichzeitig die Verwachsungsstellen der Wendeln

Ausbildung die Kristalle erreichen. Bei geringen Konzentrationen werden die Goldatome Zeit haben, sich den von der Theorie geforderten Platz zu suchen. Bei hohen Konzentrationen wird ein überhasteter Bau mit Fehlern erfolgen. Es sei versucht, ein adsorbierend auf die sie umgebenden Teilchen wirken, vergrößern sie sich. Die entstehenden kleinen Goldkristalle – man weiß aus *Debye-Scherrer*-Diagrammen, daß diese Kolloide kristallin sind – werden zunächst noch keine ausgeprägten Vorzugsrichtungen zu zeigen brauchen, vielmehr in erster Näherung „kugelförmig“[5]) sein. Durch Zufälligkeiten wird aus diesem kugel- bis

[4]) Da sich durch Altern meist eine störende Haut aus Zusammenballungen kleinster Kriställchen bildet, ist es ratsam, mit der Auswertung der Kristalle nicht zu lange über die festgestellte Wachstumszeit hinaus zu warten bzw. die fertigen Kristalle von der Reaktionsflüssigkeit bald zu trennen.

[5]) Unter „kugelförmig“ soll dabei verstanden sein, daß die Ausdehnung in den drei Raumrichtungen nahezu gleich ist.

würfelförmigen Anfangskörper eine unsymmetrische Form werden, die sich dann zu einem zunächst relativ dicken, aber noch sehr kleinen Kristallplättchen entwickelt. Mit der wachsenden Zahl von Gitterschichten wird der Kristall mehr und mehr in das Gebiet kommen, für das die Gesetze des unendlich großen Kristalls (*Kossel-Stranski*sche Theorie) gelten und das Wachstum in der [111]-Richtung aufhört. Die aufprallenden Goldatome gleiten auf der Fläche mit geringer Oberflächenenergie zum Rande, wo sie sich an den Kantenflächen mit größerer Oberflächenenergie anlagern, so daß das Plättchen nur noch in die Breite wächst. Voraussetzung dabei ist, daß der Wanderung Zeit gelassen wird.

Die Beobachtung steht mit dieser Vorstellung im Einklang. Die Kristalle, die in das Gesichtsfeld des Beobachters treten und die bereits etwa 0,1 μ bis 1 μ groß sind, bestehen aus einem Gemisch verschiedener Formen mit den interessierenden Plättchen darunter. Abb. 10a gibt eine solche Aufnahme nach zwei Tagen Wachstum wieder. Die Plättchen vergrößern sich erheblich im Laufe der Zeit, während die klumpenartigen Formen nicht mehr so deutlich in Erscheinung treten, da sie mit zunehmender Schwere auf den Grund des Gefäßes sinken. Die dünnen leichten Plättchen werden durch Kapillarität an der Oberfläche der Flüssigkeit festgehalten (Abb. 10b und 10c).

Die Plättchen sind in der [111]-Richtung längst ausgewachsen, wenn sie 1 μ Durchmesser erreicht haben. Da wir ihre Dicke aus der Durchlässigkeit zu etwa 5 bis 15 mμ abschätzen können (*Suito* und *Uyeda* errechneten etwa 10 mμ). sind sie dann bereits 100-mal so breit wie dick. Ihre Dicke beträgt unter Annahme von 10 mμ nur 42 Atomlagen (der Atomabstand zwischen den (111)-Ebenen beträgt 2,4 Å). Offenbar gelten schon lange unterhalb dieser Abmessungen die Voraussetzungen der *Kossel-Stranski*schen Theorie für das Kristallwachstum.

4. Wendelkristalle - Kristallanbau

In Abb. 5 liegt zwischen dem Gebietsteil der sehr langsam wachsenden Kristalle und den sehr schnell sich bildenden Klumpenformen das Gebiet der Wendelkristalle[6]). Dies sind Formen, bei denen das Kristallplättchen, im allgemeinen von einer Versetzung ausgehend, wendelförmig mit seinen Flächen übereinander gewachsen ist (4). Abb. 11 zeigt einen typischen regulären Wendelkristall. Abb. 12 gibt eine ungewöhnliche Form einer Wendel wieder, deren meist sechskantige Form hier zu einer Rundwendel mit schwulstiger Randverdickung geworden

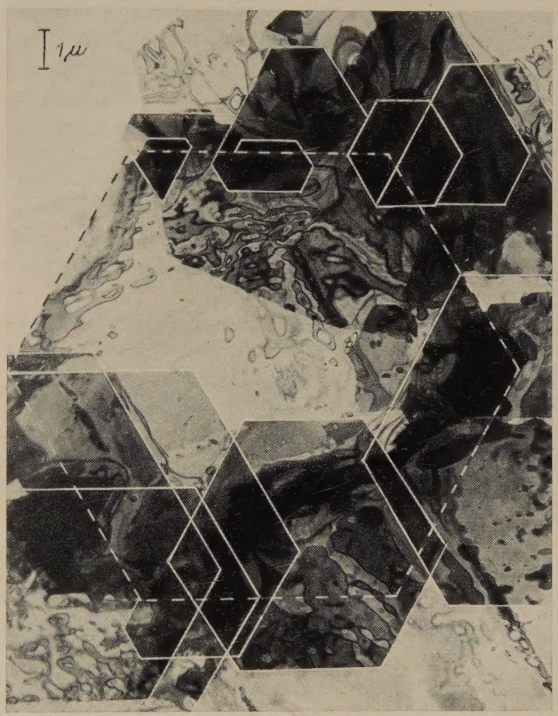


Abb. 15. Kantenparallele Anwachsungen von Kristallen. ------- = „Wirtkristall"; ——— = „Gastkristalle"

ist. Häufig sind nur Ansätze zu Wendeln zu beobachten, die sich wie in Abb. 13 als Überlappungen zeigen. Abb. 14 zeigt einen durch Symmetrie auffallenden Doppelwendel, der ebenfalls auf Wachstumsstörungen zurückzuführen ist, die u. a. infolge zu schnellen Wachstums leicht auftreten.

Ist die Vorstellung richtig, daß der Abschluß des Wachstums von Plättchen durch den Substanzmangel bedingt ist, so muß es gelingen, bei Neuzufuhr von Goldatomen das Wachstum fortzusetzen. Tatsächlich ist das möglich. Dazu wurde die ausgelaugte Nährlösung nach bestimmten Zeiten durch Zugabe von Goldchloridlösung und entsprechender Menge Salizylsäurelösung bei 90 °C aufgefrischt. Die Erwartung, daß die vorhandenen Kristalle in den (111)-Ebenen weiterwachsen, erfüllte sich in jedem Falle. Aller-

[6]) Vereinzelt treten aber auch größere Wendelkristalle bei stark sauren p_H-Werten auf. So konnten aus einer 0,1 Gew.-%igen Goldchloridlösung vom p_H-Wert 1 mit entsprechender Menge Salizylsäure Wendeln bis zur Größe von 25–30 μ erreicht werden. Eine Verstärkung der Dicke war nicht festzustellen.

dings ist zwischen kleinen, noch im Wachstum befindlichen und großen, annähernd ausgewachsenen oder fertigen Kristallen zu unterscheiden. Ein reguläres Weiterwachsen der vorhandenen Kristalle gelingt nur bei kleinen noch im Wachstum befindlichen Kristallen. Dabei entspricht die Zugabe neuer Nährlösung in der Wirkung nur einer Erhöhung der Anfangskonzentration. Bei großen, ausgewachsenen Kristallen tritt dagegen, besonders bei großen Mengen neuer Nährlösung, vorzugsweise ein Anbau von Kristallplättchen an den Kanten des Wirtkristalls durch Verknüpfung der Netzebenen ein. Abb. 15 gibt ein Durchstrahlungsbild eines solchen Kristalls wieder, dessen Kanten zu Kristallisationszentren für mehrere neue Kristalle geworden sind. Zur Sichtbarmachung des kantenparallelen Wachstums wurden die Kristallumrisse nachgezeichnet.

Es sei der Arbeitsgemeinschaft für Elektronenoptik und den Wirtschaftsministerien des Bundes und des Landes Baden-Württemberg für die Förderung der Arbeiten des Mosbacher Laboratoriums gedankt.

Zusammenfassung

Die Wachstumsbedingungen dünner Goldeinkristall-Plättchen, hergestellt unter Zugrundelegung der Darstellungsmethode von *Suito* und *Uyeda*, wurden elektronenmikroskopisch untersucht.

Der Einfluß der Konzentration des Ausgangstoffes und des Fällungsmittels, des p_H-Wertes sowie der Reaktionstemperatur wurde für die Bildung möglichst großer Kristalle bei möglichst kleiner Ausdehnung in der [111]-Richtung untersucht und in Diagrammen festgelegt.

Bei langsamem, ungestörtem Wachstum konnten bei der Reduktion von Goldchlorid mit Salizylsäure Kristalle bis $\sim 15\,\mu$ bzw. $60\,\mu$ Größe und einer Dicke von etwa 100 Å, bei der Reduktion mit Formaldehyd bis $\sim 100\,\mu$ Größe und einer Dicke von etwa 150 Å erzielt werden.

Es wurde festgelegt, unter welchen Bedingungen die sogenannten Wendelkristalle auftreten. Durch Zugabe neuer Nährlösung zu wachsenden Kristallen ist reguläres Weiterwachsen oder Anwachsen neuer auf den Kanten der Wirtkristalle möglich.

Schrifttum

1) *Suito, E.* und *R. Uyeda*, Proc. Internat. Conf. Electron. Microscopy, London 1954, 223 (London 1956).
2) *Rang, O.*, Physikal. Verh. **9**, 181 (1958).
3) *Suito, E.* und *R. Uyeda*, Physikal. Verh. **9**, 180 (1958).
4) *Brüche, E.* und *J. Demny*, Z. Naturforschg. **14a**, 351 (1959).
5) *Zsigmondy, R.* und *P. A. Thiessen*, Das kolloide Gold, (Berlin 1925).
6) *Averkieff, N.*, Z. anorg. Chem. **35**, 329 (1903).

Aus dem Forschungsinstitut für Fernmeldetechnik und dem Staatlichen Ungarischen Onkologischen Institut, Budapest (Ungarn)

Adsorptionsuntersuchungen von Silikatsolen an der Oberfläche von Leuchtstoffen

Von I. Hangos, H. Toperzer, Gy. Pozsgay und L. Vecsernyés

Mit 5 Abbildungen und 8 Tabellen

(Eingegangen am 3. Oktober 1959)

I. Einleitung

Ein Teil technischer Leuchtschirme, hauptsächlich von Fernsehröhren und manchen Kathodenstrahlröhren, wird nach dem Sedimentationsverfahren hergestellt. Es wird ein aus mikrokristallinen Körnchen bestehendes Pulver suspendiert, in eine die Bindematerialien enthaltende Lösung gegossen und sedimentiert. Durch die Wirkung der Bindemittel haftet die entstehende Schicht an der Glaswand, und die Lösung kann durch Abgießen entfernt werden.

Zum Sedimentieren werden meistens Kaliwasserglas und Ca-Sr-Ba-Salze enthaltende Kolloidlösungen verwendet (1–8). Durch Einwirken der Elektrolyte bildet sich ein kolloides Kieselsäuresol in der Wasserglaslösung, wobei aber in den Kolloidteilchen neben Kieselsäure auch Spuren anderer Bestandteile der Lösung zu finden sind (K_2O, CaO, SrO, BaO, H_2O usw.) (9, 10, 11).

Nach dem Zusammengießen beider Lösungen und während der Sedimentation werden die Kolloidteilchen an der Oberfläche der Kristall-, bzw. Glaswand adsorbiert, und durch Zusammenwachsen jener Schichten können die Teilchen des Leuchtpulvers an der Glaswand festgehalten werden (12, 13).

Über die Struktur und Zusammensetzung der so adsorbierten Schichten wurde in der Literatur unlängst berichtet (13, 14, 15, 16). In dieser Mitteilung sollte ermittelt werden, wie die Zusammensetzung und die Stärke der adsorbierten Bindeschichten als Funktion der spezifischen Oberfläche, Komponenten der Sedimentationsflüssigkeit, Qualität der Elektrolyte usw. variieren.

II. Meßmethode, Materialien

Bei unseren Experimenten wurden als Bindemittel Kaliwasserglas, als Koagulator die Nitrate der Erdalkalien benutzt. Die Schichten wurden in folgender Weise hergestellt: Auf dem Boden eines Gefäßes von 500 ml Volumen und 80 cm² Grundfläche wurde eine Glasplatte mit 29 mm Durchmesser gelegt. 100 ml der Koagulatorlösung wurden hineingegossen. Die gewünschte Menge des Leuchtstoffes war in 100 ml Kaliwasserglas suspendiert. Dies wurde zur Koagulatorlösung hinzugefügt. Die Experimente wurden bei 20° C durchgeführt. Nach einer Sedimentationszeit von 60 min wurde die Glasscheibe mit einer Pinzette entfernt. Das Trocknen geschah mit Hilfe einer Infrarotlampe.

Zur Kennzeichnung des Wasserglases wurde ein Parameter K_s eingeführt, wobei

$$K_s = \frac{SiO_2\ g/l}{KOH\ g/l}$$

ist.

Die Zusammensetzung der an der Oberfläche des Leuchtstoffes adsorbierten Bindeschichten konnte mit Hilfe mikroanalytischer Methoden quantitativ bestimmt werden.

In Anbetracht der verwendeten Materialien konnte die adsorbierte Schicht folgende Komponenten enthalten: K_2O, CaO, SrO, BaO, SiO_2.

Der Gehalt an Kalium wurde einerseits mit Hilfe von Radioisotop K^{42}, andererseits nach saurem Aufschluß flammenphotometrisch bestimmt (14).

Die so auf verschiedenen Wegen erhaltenen Resultate zeigten gute Übereinstimmung. Die Bestimmung des Ca-, Sr- und Ba-Gehaltes wurde teilweise auch mit der „*Tracer*"-Methode (13, 14, 17) durch Ca^{40}, Sr^{90}, Ba^{140} und teilweise durch Emissionsspektralanalyse durchgeführt (18). Die Resultate erwiesen sich auch in diesem Falle als genügend übereinstimmend. Der SiO_2-Gehalt wurde spektralanalytisch quantitativ bestimmt (19). Die so erreichten Ergebnisse hatten wir in Form von Oxyden bezüglich 1 g Leuchtpulver angegeben.

Für jeden Fall der verschiedenen Sedimentationsflüssigkeiten haben wir die Resultate als Mittelwerte aus 5-5 parallelen Experimenten der Radioisotope gewonnen, die in gewissen Fällen auch mit 5-5 parallelen oben erwähnten Verfahren ergänzt wurden. Zur Bestimmung des SiO_2-Gehaltes verwendeten wir die Mittelwerte von 5–10 parallelen Experimenten.

Da der K-, Ca-, Sr-, Ba- bzw. SiO_2-Gehalt der einzelnen Proben (von 0,1–0,01 g) die Größenordnung von 10^{-5}–10^{-7} g zeigte, konnte wegen der Abweichungen der Resultate die quantitative Zusammensetzung der Bindeschicht nur mit einer gewissen, durch die Methoden gegebenen Genauigkeit festgestellt werden. So gelang es, durch die Untersuchung der Zusammensetzung der Bindeschicht nur gewisse grundlegende Gesetzmäßigkeiten festzustellen.

Die Bestimmung der Stärke der Schicht hat sich als viel günstiger erwiesen. In diesem Falle haben sich einerseits einzelne analytische Fehler kompensiert, andererseits, wie es später gezeigt wird, stand eine direkte Kontrollmethode zur Verfügung.

Bei den Experimenten verwendeten wir ZnSAg-(Sphalerit)Pulver mit dreierlei verschiedenen Korngrößen (im Forschungsinstitut für Fernmeldetechnik hergestellt), deren charakteristische Daten in der Tab. 1 zusammengefaßt sind.

In der ersten Spalte befindet sich der Name der Pulversorte, in der zweiten die Qualität, in der dritten die mittlere Korngröße in μ, in der vierten die spezifische Oberfläche in cm²/g Einheiten, in der fünften das Gewicht der Schicht in mg/cm² und in der sechsten die gesamte Oberfläche der pro 1 cm² sedimentierten Pulvermenge. Im Falle der Proben A und B, was aus der Tab. 1 ersichtlich ist, hatten wir die benutzte Menge der einzelnen Pulversorten derart gewählt, daß in beiden Fällen dieselbe Gesamtoberfläche erreicht wurde. (Im Falle von C wurde es absichtlich nicht durchgeführt.) So war es möglich, im Falle A und B die Stärke der Adsorptionsschicht quantitativ vergleichen zu können, während bei Pulversorte C infolge der bekannten *Kroeker*schen Adsorptionsisothermen es nicht möglich wäre, über diese Erscheinungen ein quantitatives Bild erreichen zu können (23, 24). So haben wir es, um komplizierte Rechnungen zu vermeiden, im Falle C unterlassen, die Schichtstärke in Å anzugeben, doch zeigen die Gesamtmengen der adsorbierten Bindematerialien bei Pulver A, B und C dieselbe Größenordnung. Bei dem Vergleich von B und C, bzw. A und C kann man die Schlußfolgerung ziehen, ob bei verschiedener Gesamtoberfläche eine Veränderung der prozentualen Zusammensetzung in der Bindeschicht zu erwarten ist.

Tabelle 1

Die charakteristischen Daten der verwendeten Leuchtpulver

(1) Pulversorte, (2) Qualität, (3) Durchschnittliche Korngröße (μ), (4) Spezifische Oberfläche, (5) Pulvermenge in mg/cm², (6) Gesamtoberfläche der auf 1 cm² liegenden Leuchtpulvermenge

1.	2.	3.	4.	5.	6.
A	ZnSAg (Sphalerit)	6,65	1260	5,00	6,30
B	ZnSAg (Sphalerit)	3,17	1950	3,40	6,63
C	ZnSAg (Sphalerit)	7,60	1050	3,50	3,67

Im Falle A und B, d. h. bei gleicher Gesamtoberfläche, konnten wir aus den Ergebnissen der Analyse die Stärke der an den Leuchtpulverkörnchen adsorbierten Schicht berechnen.

Die Korngrößenverteilung des verwendeten Leuchtpulver haben wir mikroskopisch bestimmt (durch Ausmessen von jeweils 1500 Teilchen). Die spezifische Oberfläche kann nach *Dallavalle* (26) mit folgender Formel berechnet werden:

$$F_s = \frac{F}{M_p}: \quad F = \varrho \sum_1^N \frac{\pi}{6} d^3 n_d$$

$$M_p = \varrho \sum_1^N \pi d^2 n_d ,$$

wobei F_s die spezifische Oberfläche, F die Oberfläche von N Leuchtpulverteilchen, M_p ihr Gewicht, ϱ ihre Dicke und n_d die Zahl der Teilchen vom Durchmesser d bedeuten.

Da die Leuchtpulverkristalle mit guter Näherung als ellipsenförmig betrachtet werden können, verwendeten wir den geometrischen Mittelwert von $d = \sqrt{d_1 d_2}$. Bei der Berechnung des Mittelwertes x der Bindeschicht dividierten wir die Menge (M) vom Bindematerial durch die spezifische Oberfläche und die mittlere Dichte des Bindefilms. Da der Mechanismus der in der Bindeschicht sich abspielenden chemischen Reaktionen noch nicht klargestellt werden konnte, kann annäherungsweise ihr Vorkommen in Form von Silikatverbindungen angenommen werden. In diesem Falle kann folgende

Näherungsformel benützt werden:

$$\bar{\varrho} = \frac{M_K + M_{Si} + M_{Sr}}{\frac{M_K}{\varrho_K} + \frac{M_{Si}}{\varrho_{Si}} + \frac{M_{Sr}}{\varrho_{Sr}}} .$$

Hier bedeutet M_K, M_{Si} und M_{Sr} die Menge von Kaliumsilikat, Strontiumsilikat (Barium bzw. Kalziumsilikat) und von freien Siliziumdioxyd in der adsorbierten Schicht und ϱ_K usw. die Dichte der einzelnen Komponenten.

Berechnen wir die einzelnen Silikatgehalte mittels Angeben der Analyse im Falle verschiedener Zusammensetzungen, dann variieren die nachher berechneten $\bar{\varrho}$-Werte im Intervall von 2,3–2,6. Bei der Berechnung der Schichtstärke hatten wir die so erhaltenen Werte benützt. Da die Silikatfilme unregelmäßige Mikrokristalle bedecken, konnte die Bestimmung der Stärke durch ein interferometrisches oder anderes optisches Verfahren nicht in Betracht gezogen werden.

Nach Angaben der Literatur (6, 7, 15) wird die Oberfläche der Leuchtpulverkristalle durch die adsorbierte Schicht kontinuierlich bedeckt. So ist es möglich, ihre Stärke durch die Bremswirkung an Kathodenstrahlen mittlerer Energie zu bestimmen (13, 14, 61, 20, 25). Die so erhaltenen und die berechneten Resultate zeigten gute Übereinstimmung.

III. Versuchsergebnisse

Wir charakterisierten die Zusammensetzung der von uns untersuchten Silikatsole durch die Endkonzentration der einzelnen Komponenten im Kolloidsystem. Die Zeit des Sedimentierens und die Temperatur wurden konstant gehalten. Halten wir das Verhältnis SiO_2/K_2O des verwendeten Wasserglases mittels des Parameters K_s fest, dann kann das Kolloidsystem nach Ablauf einer Sedimentationszeit mittels Konzentration der Kieselsäure und Elektrolyte eindeutig charakterisiert werden (12, 22). Sind die Sorten der Elektrolyte, der Parameter K_s und die Zeit angegeben, so ist ein Silikatsol nur im Falle gewisser Zusammensetzung stabil, bei höherer Konzentration tritt Koagulieren ein. Die Kurve der Koagulationspunkte ist der in der Abb. 1 angegebenen

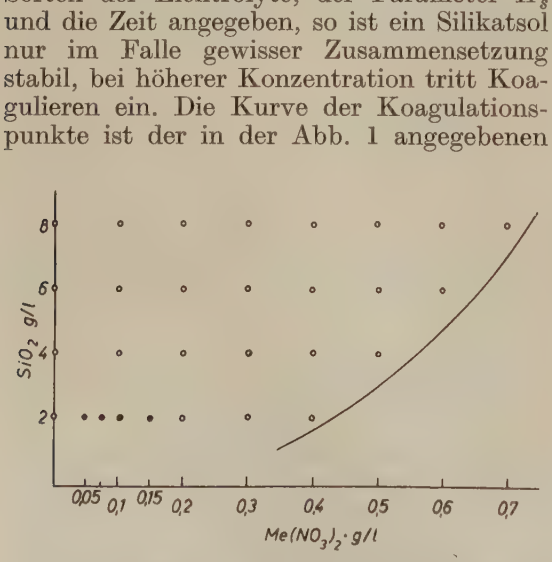


Abb. 1. Die Koagulationskurve und Zusammensetzung der verwendeten Sedimentationsflüssigkeiten

Tabelle 2

Die Zusammensetzung und Stärke der Bindeschicht als Funktion der Sedimentationslösungs-Zusammensetzung im Falle von $Sr(NO_3)_2$-Koagulator, $K_s = 1{,}60$, Leuchtpulver B, Leuchtpulvermenge 3,40 mg/cm²

(1) Die Zusammensetzung der Bindeschicht. mg/g ZnS, (2) Gesamtmenge des Binders, mg/g ZnS, (3) Bindeschichtstärke in Å. (4) Sedimentationslösungs-Zusammensetzung in g/l

	1.		2.	3.	4.	
K_2O	SrO	SiO_2	M	Å	$Sr(NO_3)_2$ 4 H_2O	SiO_2
0,60	0,20	5,10	5,90	100	0,1	2
1,20	1,00	6,90	9,10	186	0,2	2
1,40	1,75	9,60	12,75	252	0,3	2
0.90	2,65	13,20	16,75	343	0,4	2
0,95	0,65	18,30	19,90	408	0,1	4
1,75	1,65	24,10	27,50	564	0,2	4
1,76	2,65	22,30	26,71	550	0,3	4
1,30	3,45	20,80	25,55	524	0,4	4
2,10	4,50	22,30	28,90	592	0,5	4
2,00	1,10	24,30	27,40	562	0,1	6
2,60	1,50	22,90	27,00	553	0,2	6
3,10	1,85	20,40	25,35	520	0,3	6
3,25	2,25	16,45	21,95	450	0,4	6
3,40	2,60	13,60	19,60	402	0,5	6
3,30	3,05	22,40	28,75	589	0,6	6
4,20	0,45	20,40	25,05	513	0,1	8
3,20	1,50	22,50	27,20	557	0,2	8
2,35	2,55	22,60	27,50	564	0,3	8
1,55	3,45	22,60	27,60	566	0,4	8
0,85	4,60	22,70	28,15	577	0,5	8
0,75	5,85	26,70	33,30	682	0,6	8
0,55	6,85	31,30	41,70	855	0,7	8

ähnlich, ihre Lage ist eine Funktion von einzelnen Parametern. Die von der Kurve rechts liegenden Zusammensetzungen ergeben keine stabile Sole, die links liegenden haben sich als stabil erwiesen.

Als Abszisse sind die Konzentrationen der Elektrolyte, als Ordinate die des SiO_2 aufgetragen. Die einzelnen, von uns verwendeten Zusammensetzungen sind mit + bzw. ○ bezeichnet, letztere kommen nur in einigen Fällen zur Verwendung.

Die so erhaltenen Ergebnisse sind im Falle Leuchtpulver B und $K_s = 1{,}60$ in Tab. 2 wiedergegeben.

Die Veränderung der Schichtstärke als Funktion der Elektrolytkonzentration bei verschiedenem SiO_2-Gehalt zeigt die Abb. 2.

Als Abszisse ist die Konzentration, als Ordinate die Schichtdicke aufgetragen. Die erhaltenen Resultate geben typische Kurven mit ähnlichem Verlauf, es zeigen sich nur quantitative Unterschiede.

Abb. 2 zeigt bei niedriger SiO_2-Konzentration (2 g/l) einen monoton stetigen Anstieg der Bindeschichtstärke als Funktion der Koagulatorkonzentration. Bei zunehmendem SiO_2-Gehalt wird der Verlauf der Kurven flacher, es zeigt sich sogar ein geringes Mini-

mum. Diese Tatsache kann als Zeichen dafür betrachtet werden, daß der Mechanismus der Koagulation bei niedrigeren SiO_2-Werten viel einfacher, bei höheren Werten aber komplizierter verläuft. Hier soll nicht bloß die Ausscheidung der Solteilchen, sondern auch dessen Assoziation, eventuell gewisse sich zwischen den Teilchen abspielende Reaktionen in Betracht gezogen werden.

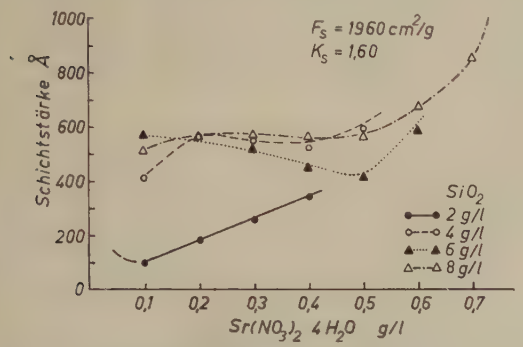


Abb. 2. Die Bindeschichtstärke als Funktion der Zusammensetzung der Sedimentationsflüssigkeit. Schichtstärke in Å

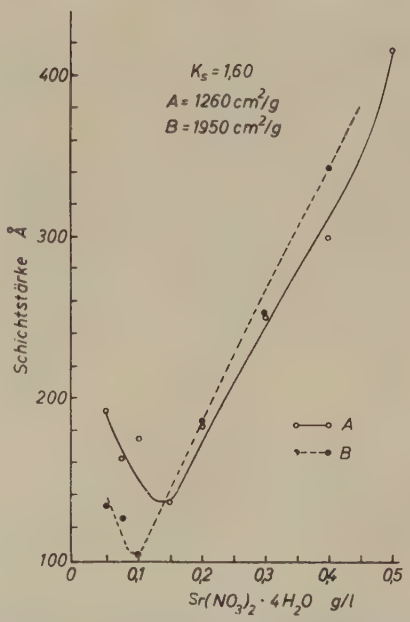


Abb. 3. Die Veränderung der Schichtstärke für zwei verschiedene Leuchtpulver. Schichtstärke in Å

Es hat sich als günstig erwiesen, die Wirkung anderer Parameter bei niedriger Konzentration von SiO_2 zu untersuchen. Die Meßergebnisse bei Leuchtpulver zweier verschiedener Korngrößen, verschiedener spezifischer Oberfläche und bei gleicher Gesamtoberfläche sind in der Tab. 3 zusammengestellt.

Wie zu sehen ist, weisen die bei niedrigerer SiO_2-Konzentration aufgenommenen Kurven ein Minimum am Anfang des guten Haftens auf (12, 22). Dies ist ein Hinweis, daß zur Ausbildung des guten Haftens gewisse, genau festgesetzte Bedingungen erfüllt sein müssen. Die Angaben der Schichtstärke vergleichend, hat sich die prozentuelle Zusammensetzung

Tabelle 3

Der Einfluß der Leuchtpulverqualität auf die Zusammensetzung und Stärke der Bindeschicht. 1. Die Zusammensetzung der Bindeschicht mg/g ZnS. 2. Schichtstärke in Å

$Sr(NO_3)_2$ 4. H_2O	1.								2.	
	Leuchtpulver A				Leuchtpulver B					
g/l	K_2O	SrO	SiO_2	M	K_2O	SrO	SiO_2	M	A	B
0,05	0,60	0,10	5,53	6,05	0,50	0,05	6,00	6,55	192	133
0,07	2,00	0,17	3.05	5,22	0.60	0,20	5,10	5,90	165	100
0,10	1,20	0,14	3,80	5,14	0,55	0,10	5,50	6,15	162	126
0,15	1,10	0,19	3,55	4,84	0,80	0,60	5,60	7,00	133	144
0,20	1,00	0,30	4,45	5,75	1,20	1,00	6,90	9,10	182	186
0,30	0,90	0,58	6,45	7,93	1,40	1,75	9,60	12,75	251	252
0,40	1,00	0,89	8,55	9,44	0,90	2,65	13,20	16,75	299	343
0,50	1,20	1,20	10,75	13,15	—	—	—	—	417	—

Um den Verlauf der Kurven exakter ermitteln zu können, wurden Experimente auch bei niedrigeren Konzentrationen des Koagulators vorgenommen. In diesem Falle war die Reproduzierbarkeit durch die Unvollständigkeit der nassen Adhäsion verhindert (12). Die Änderung der Bindeschichtstärke als Funktion der Koagulatorkonzentration zeigt die Abb. 3.

der Bindeschicht im Falle zweier verschiedener Leuchtpulver als ein wenig verschieden, aber die Stärke der Schicht bei gleicher Sedimentationslösung annähernd als gleich erwiesen.

Die Tab. 4 zeigt den Einfluß von K_s auf die Zusammensetzung und Stärke der Bindeschicht bei gleichem Leuchtpulver (Leuchtpulver A).

Tabelle 4

Die Wirkung des K_s-Parameters auf die Bindeschichtzusammensetzung und Schichtstärke. Leuchtpulver A. Leuchtpulvermenge 5,00 mg/cm²

$Sr(NO_3)_2$ 4 H_2O	$K_s = 1{,}45$ mg/g ZnS				$K_s = 1{,}60$ mg/g ZnS				$K_s = 2{,}00$ mg/g ZnS				Schichtstärke Å		
g/l	K_2O	SrO	SiO_2	M	K_2O	SrO	SiO_2	M	K_2O	SrO	SiO	M	1,45	1,60	2,00
0,05	1,60	0,09	4,05	5,75	0,60	0,10	5,35	6,05	1,42	0,19	3,70	5,31	172	192	178
0,07	1,40	0,19	3,50	5,09	1,20	0,14	3,80	5,14	1,09	0,12	2,85	4,06	161	162	128
0,10	1,10	0,27	3,70	5,07	2,00	0,17	3,05	5,22	2,35	0,14	2,38	4,77	160	165	151
0,15	0,80	0,49	3,95	5,24	1,10	0,19	3,55	4,84	1,33	0,20	1,95	3,48	166	133	110
0,20	0,78	0,67	4,45	5,90	1,00	0,30	4,45	5,75	0,90	0,29	2,45	3,64	187	182	116
0,30	0,76	1,06	6,25	8,07	0,90	0,58	6,45	7,93	0,72	0,59	4,45	5,76	256	251	182
0,4	—	—	—	—	1,00	0,89	8,55	9,44	1,23	0,90	6,8	8,93	—	299	283
0,50	—	—	—	—	1,20	1,20	10,75	13,15	2,40	1,20	9,95	13,55	—	417	430

Die Stärke der Bindeschicht im Falle dreier verschiedener K_s ist in der Abb. 4 dargestellt.

Um den Verlauf der Kurven sicher bestimmen zu können, wurden hauptsächlich am Anfang der Kurven eine größere Zahl von Experimenten durchgeführt. Bei allen drei Sorten von K_s ergab sich ein Minimum, das auch einen Einfluß auf die Zusammensetzung der Bindeschicht ausübt. Es ist aus der Abbildung zu entnehmen, daß die Stärke der Bindeschicht bei gleicher Zusammensetzung der Sedimentationslösung um so geringer ist, je größer der gewählte Wert von K_s ist. Dieser Zusammenhang wurde schon früher während des Ermittelns der Bremswirkung der Bindeschicht festgestellt (21).

Wie bekannt, gehorcht die Koagulationswirkung der Erdalkalien regelmäßig der Lyotropreihe (12, 22), und zwar Ba > Sr > Ca.

Tab. 5 faßt die Versuchsergebnisse dreier verschiedener Kationen bei gleicher Koagulatorkonzentration, K_s, Leuchtpulver und Sedimentationszeit zusammen.

Der Vergleich ist nicht als völlig exakt zu betrachten, da die Konzentrationen im Falle von Ca und Ba in Form von wasserfreien, von Sr Kristallwasser enthaltenden Salzen angegeben sind.

Die Stärke der Bindeschicht als Funktion der Koagulatorkonzentration ist aus Abb. 5 zu entnehmen.

Die Kurve verändert sich im geradlinigem Teil, d. h. nach dem Minimum im mittleren

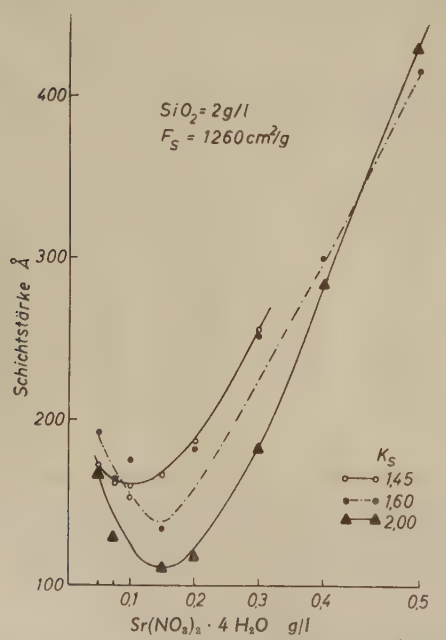


Abb. 4. Die Schichtstärke als Funktion der Koagulatorkonzentration für drei verschiedene Wassergläser. Leuchtstoff A. Schichtstärke in Å

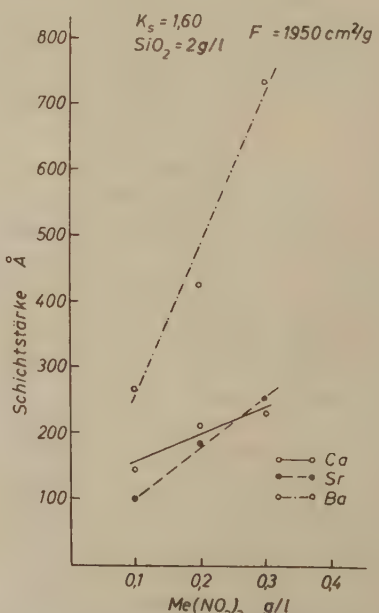


Abb. 5. Vergleich von drei verschiedenen Koagulatoren. Leuchtstoff B. Schichtstärke in Å

Tabelle 5

Die Zusammensetzung und Stärke der Bindeschicht bei verschiedenen Koagulatorqualitäten. Leuchtstoff B. Pulvermenge 3,40 mg/cm²

$Me(NO_3)_2$ g/l	Koag. Kation	Zusammensetzung der Bindeschicht MeO mg/g ZnS		SiO_2	Sämtliche Bindematerialien mg/g ZnS	Schichtdicke Å
		K_2O				
0,1	Ca^{++}	0,88	0,14	6,00	7,02	144
0,2	Ca^{++}	1,20	0,87	8,20	10,27	210
0,3	Ca^{++}	0,70	0,97	9,20	10,87	228
0,1	Sr^{++}	0,60	0,20	5,10	5,90	100
0,2	Sr^{++}	1,20	1,00	6,90	9,10	186
0,3	Sr^{++}	1,40	1,75	9,60	12,75	252
0,1	Ba^{++}	3,90	0,23	9,00	13,13	269
0,2	Ba^{++}	4,80	0,55	15,10	20,85	424
0,3	Ba^{++}	8,70	1,30	26,10	36,10	740

Konzentrationsgebiet regelmäßig entsprechend der Lyotropreihe, die Stärke der Bindeschicht ergibt: Ba > Sr > Ca.

Im folgenden Teil wird untersucht, wie die quantitative Zusammensetzung der adsorbierten Schicht durch die bisher erwähnten Verhältnisse beeinflußt wird, hauptsächlich durch die Qualität des Leuchtpulvers, falls die Gesamtoberflächen der hinzugefügten Pulver nicht gleichgroß gehalten sind. Die Antwort kann aus den Tab. 6, 7 und 8 erhalten werden.

In diesen Tabellen ist die prozentuale Zusammensetzung der adsorbierten Bindeschichten als Funktion der Konzentration von Elektrolyten und SiO_2 von K_s und von der Qualität des Leuchtpulvers im Falle gleicher Sedimentationszeit wiedergegeben.

Tab. 6 zeigt die Zusammensetzung der Schicht im Falle dreier verschiedener Leuchtpulver bei gegebenem K_s-Wert im Falle verschiedener Konzentrationen. Es ergibt sich, daß der K_2O-Gehalt bei gleicher Zusammensetzung der Flüssigkeit im Falle der drei Leuchtpulversorten zwischen 2–20% variiert mit Ausnahme der ersten Werte der Sorte A, welche sich noch vor dem Minimum befinden (Abb. 3). Im Falle gleichzusammengesetzter Flüssigkeiten bei $K_s = 1.60$ haben sich für K_2O, die Ungenauigkeit der Analyse berücksichtigt, dieselben Werte ergeben. Es ist aber auffallend, daß der SrO-Gehalt in der Bindeschicht bei Muster A und B sich höher ergab als der bei Muster C. Der SiO_2-Gehalt in der Bindeschicht lag bei jenem K_s-Wert in allen drei Fällen zwischen 75–90%.

Tabelle 6

Die prozentuale Zusammensetzung der Bindeschicht bei drei verschiedenen Leuchtpulvern, im Falle von $Sr(NO_3)_2$ Koagulator. $K_s = 1{,}60$; Koagulator: $Sr(NO_3)_2$; Leuchtpulver: A, B und C. Pulvermenge 5; 3,4 und 3,5 mg/cm²

$Sr(NO_3)_2$ $4\,H_2O$ g/l	SiO_2 g/l	Zusammensetzung der Bindeschicht in %								
		A			B			C		
		K_2O	SrO	SiO_2	K_2O	SrO	SiO_2	K_2O	SrO	SiO_2
0,1	2	38,3	3,2	58,5	10,1	3,40	86,5	14,1	1,6	84,3
0,2	2	17,4	5,2	77,4	13,2	11,0	75,8	11,1	2,3	86,6
0,3	2	11,3	7,3	81,4	11,0	13,7	75,3	8,5	2,7	88,8
0,4	2	10,5	9,44	80,1	5,4	15,8	78,8	6,6	3,0	90,4
0,1	4	—	—	—	4,8	3,2	92,0	11,2	0,7	88,1
0,2	4	—	—	—	6,4	6,0	87,6	14,0	1,0	85,0
0,3	4	—	—	—	6,5	9,9	83,6	13,3	1,6	85,1
0,4	4	—	—	—	5,1	13,5	81,4	12,0	2,0	86,4
0,5	4	—	—	—	7,3	15,5	77,2	12,3	2,6	85,1
0,1	6	—	—	—	7,3	4,0	88,7	23,0	0,5	76,5
0,2	6	—	—	—	9,6	5,5	84,9	23,5	0,8	75,7
0,3	6	—	—	—	12,2	7,3	80,5	21,4	1,2	77,0
0,4	6	—	—	—	14,8	10,2	75,0	16,5	1,4	82,1
0,5	6	—	—	—	17,3	17,3	69,4	12,7	2,2	85,1
0,6	6	—	—	—	11,4	11,4	77,2	11,6	2,4	86.0
0,1	8	—	—	—	16,7	1,8	81,5	22,3	0,4	77,3
0,2	8	—	—	—	11,7	5,5	83,8	22,2	0,9	76,9
0,3	8	—	—	—	8,5	9,2	82,3	21,5	1,3	77,2
0,4	8	—	—	—	5,6	12,5	81,9	17,1	1,4	81,5
0,5	8	—	—	—	3,1	16,3	80,6	14,1	1,5	84.0
0,6	8	—	—	—	2,2	17,5	80,3	12,0	1,8	86,2
0,7	8	—	—	—	1,3	16,4	82,3	10.6	2,2	87,2

Tabelle 7

Die Wirkung von K_s-Parameter auf die Zusammensetzung der Bindeschicht im Falle von $Sr(NO_3)_2$ Koagulator

Qualität des Leucht-pulvers	SiO_2 g/l	K_2O %	1,45 SrO %	SiO_2 %	K_2O %	1,60 SrO %	SiO_2 %	K_2O %	2,00 SrO %	SiO_2 %	$Sr(NO_3)_2$ 4 H_2O g/l
A	2	21,7	5,3	73,0	38,3	3,20	58,5	47,10	2,9	50,9	0,1
A	2	13,2	11,3	74,5	17,4	5,2	77,4	24,7	7,9	67,4	0,2
A	2	9,5	13,1	77,4	11,3	7,3	81,4	12,5	10,2	77,3	0,3
A	2	—	—	—	10,6	9,4	80,0	13,7	10,1	76,2	0,4
A	2	—	—	—	9,1	9,1	81,8	17,7	8,8	73,5	0,5
C	2	44,8	1,0	54,2	14,1	1,5	84,3	34,8	1,8	63,4	0,1
C	2	40,8	2,4	56,8	11,1	2,3	86,6	14,2	1,4	84,4	0,2
C	2	34,5	3,1	62,4	8,4	2,7	88,8	4,5	0,7	94,8	0,3
C	2	28,7	4,2	67,1	6,6	3,0	90,4	3,0	1,0	96,0	0,4
C	4	39,1	0,5	60,4	11,2	0,7	88,1	8,3	0,2	91,5	0,1
C	4	50,2	1,8	48,0	14,1	1,0	85,0	9,3	0,3	90,4	0,2
C	4	44,3	1,6	54,1	13,3	1,6	85,1	7,2	0,4	92,4	0,3
C	4	37,6	2,2	60,2	12,1	2,0	86,0	5,1	0,5	94,4	0,4
C	4	39,3	3,2	57,5	12,3	2,6	85,1	3,6	0,6	95,8	0,5
C	6	56,3	0,6	43,1	23,0	0,5	76,5	12,8	0,3	86,9	0,1
C	6	56,2	1,4	42,4	23,5	0,8	75,7	12,1	0,6	87,3	0,2
C	6	55,3	2,3	42,4	21,4	1,2	77,4	11,8	0,9	87,3	0,3
C	6	39,1	2,3	58,6	16,5	1,4	82,1	16,7	1,8	81,5	0,4
C	6	25,9	2,0	72,1	12,7	2,2	85,1	23,0	3,0	74,0	0,5
C	6	17,1	2,1	80,8	11,6	2,4	86,0	15,7	2,6	81,7	0,6
C	8	15,6	0,1	84,3	22,3	0,4	77,3	—	—	—	0,1
C	8	12,1	0,5	87,4	22,2	0,9	76,9	—	—	—	0,2
C	8	9,7	0,9	89,4	21,5	1,3	77,2	—	—	—	0,3
C	8	11,7	1,2	87,1	17,1	1,4	81,5	—	—	—	0,4
C	8	12,8	1,6	85,6	14,5	1,5	84,0	—	—	—	0,5
C	8	13,2	2,1	84,7	12,0	1,8	86,2	—	—	—	0,6
C	8	11,9	3,5	84,6	10,6	2,2	87,2	—	—	—	0,7

Tabelle 8

Vergleich von Ca-, Sr- und Ba-Koagulatoren

$Me(No_3)_2$ pulver	SiO_2 g/l	K_s g/l	$Ca(NO_3)_2$ K_2O %	CaO %	SiO_2 %	$Sr(NO_3)_2 \cdot 4\,H_2O$ K_2O %	SrO %	SiO_2 %	$Ba(NO_3)_2$ K_2O %	BaO %	SiO_2 %	Leucht-pulver %
0,1	2	1,6	12,5	2,0	85,5	10,1	3,4	86,5	29,7	1,7	69,5	B
0,2	2	1,6	11,6	8,5	79,9	13,2	11,0	75,8	23,0	2,6	73,4	B
0,3	2	1,6	6,4	8,9	84,7	11,0	13,7	75,3	24,1	3,6	72,3	B
0,1	2	1,45	25,1	1,7	73,2	44,8	1,0	54,2	36,7	1,7	61,6	C
0,2	2	1,45	27,5	4,6	67,9	40,8	2,4	56,8	25,2	1,8	73,0	C
0,3	2	1,45	26,7	8,7	65,6	34,5	3,1	62,4	17,4	3,1	79,5	C
0,4	2	1,45	9,5	4,3	86,2	28,7	4,2	67,1	11,2	3,8	85,0	C
0,1	4	1,45	57,2	1,3	41,5	39,1	0,5	60,4	—	—	—	C
0,2	4	1,45	36,3	1,5	62,2	50,2	1,8	48,0	—	—	—	C
0,3	4	1,45	31,9	1,9	66,2	44,3	1,6	54,1	—	—	—	C
0,4	4	1,45	27,0	2,4	70,6	37,6	2,2	60,2	—	—	—	C
0,5	4	1,45	21,5	2,3	76,1	39,3	3,2	57,5	—	—	—	C
0,1	6	1,45	7,9	0,3	91,8	56,3	0,6	43,1	—	—	—	C
0,2	6	1,45	11,7	0,7	87,6	56,2	1,4	42,4	—	—	—	C
0,3	6	1,45	14,3	1,2	84,5	55,3	2,3	42,4	—	—	—	C
0,4	6	1,45	14,4	1,5	84,1	39,1	2,3	58,6	—	—	—	C
0,5	6	1,45	14,6	1,9	83,5	25,9	2,0	72,1	—	—	—	C
0,6	6	1,45	18,2	2,5	79,7	17,1	2,1	80,8	—	—	—	C
0,1	8	1,45	16,3	0,2	83,5	15,6	0,1	84,3	37,7	0,9	61,4	C
0,2	8	1,45	14,9	0,4	84,7	12,1	0,5	87,4	40,8	1,2	58,0	C
0,3	8	1,45	14,1	0,6	85,3	9,7	0,9	89,4	44,1	1,7	54,2	C
0,4	8	1,45	18,4	0,8	80,8	11,7	1,2	87,1	50,6	2,2	47,2	C
0,5	8	1,45	21,7	0,9	77,4	12,8	1,6	85,6	37,3	1,8	60,9	C
0,6	8	1,45	21,5	1,0	77,5	13,2	2,1	84,7	—	—	—	C
0,7	8	1,45	20,5	1,1	78,4	11,9	3,5	84,6	—	—	—	C
0,1	1,2								8,3	11,6	80,1	TV
0,1	1,9								9,8	11,4	78,8	Leucht-
0,1	2,6			Daten von *de Boer* und *Emmens*					9,3	8,4	82,3	pulver
0,2	2,5								11,0	14,0	75,0	
0,2	3,8								13,9	10,4	75,7	
0,2	5,3								17,6	11,4	71,0	

Tab. 7 gibt die Wirkung von K_s bei zwei verschiedenen Pulvern wieder, so auch bei A und C. Bei Pulver A, von den vor dem Minimum liegenden Werte abgesehen, ist eine Wirkung von K_s auf die Zusammensetzung der Bindeschicht nicht zu bemerken. Dasselbe hat sich bei Pulver C im Falle $K_s = 1.60$ und 2 ergeben. Bei $K_s = 1.45$ aber zeigten sich höhere Werte für K_2O bei vielen SiO_2-Konzentrationen. Es konnte auch festgestellt werden, daß in der Bindeschicht vom Pulver C der Gehalt des Koagulators sich bedeutend niedriger ergab als bei Pulver A.

In Tab. 8 sind die Koagulatoren Ca, Sr und Ba bei zwei verschiedenen K_s-Werten und verschiedenen Pulvern verglichen. Unten in der Tabelle sind die Angaben von *de Boer* und *Emmens* (13) wiedergegeben. In diesen Fällen sind einerseits die K_s-Werte und die spezifische Oberfläche nicht bekannt, andererseits hatten die erwähnten Verfasser Leuchtpulver anderer Qualität und anderer Korngrößenverteilung untersucht. Bei dem Ba-Koagulator ist der Gehalt an Ba bei beiden Leuchtpulvern geringer als im Falle Ca und Sr und auch geringer als die Werte von *de Boer* und *Emmens*. Bei höheren SiO_2-Konzentrationen verschwindet dieser Unterschied, aber der K_2O-Gehalt bleibt auch hier höher auf Kosten der Qualität von SiO_2.

IV. Diskussion

Man kann nach unseren Ergebnissen die bei der Herstellung von Kathodenstrahlröhren sich abspielenden Erscheinungen qualitativ auszuwerten versuchen.

Die Experimente beweisen, daß das Haften der Schicht durch die Adsorption der Silikatsole an den Kristallkörnchen und an der Oberfläche des Glases bewirkt wird. So entwickelt sich eine Schicht zwischen Glaswand und Kristallen und so entsteht das Zusammenkleben beider Komponenten. In der adsorbierten Schicht wurde neben Kieselsäure auch das Vorhandensein anderer, in Kolloidlösung sich befindender Ionen und Kolloidteilchen festgestellt. Die adsorbierte Schicht weist eine komplexe Struktur auf, und der Gehalt an Koagulatoren nimmt zu mit steigender Konzentration der Sedimentationslösung (Tab. 2–5). In dieser Hinsicht zeigen unsere Ergebnisse mit denen von *de Boer* und *Emmens* gute Übereinstimmung.

Die ungleichartigen Leuchtpulver adsorbieren aber unter verschiedenen Bedingungen ungleiche Mengen von Koagulatoren, und so kann auch die Zusammensetzung der adsorbierten Bindeschichten verschieden sein. So kann das Verhältnis BaO:SiO = 1:22 nicht als allgemein gültig betrachtet werden, wie es *de Boer* und *Emmens* behaupten. Diese Tatsache beweist nach unserer Meinung, daß in der Bindeschicht keine im stöchiometrischen Sinne bestimmte, sondern eine mehr komplexe Struktur aufweisende adsorbierende Schicht zustandekommt. Unser Standpunkt scheint durch jene experimentelle Tatsache unterstützt zu sein, daß die Wanderungsgeschwindigkeit der Kieselsäuresole, die mit Hilfe von Erdalkalisalzen koaguliert wurden, nach einer gewissen Zeit in vielen Fällen zwei verschiedene voneinander unabhängige, scharf trennbare und auch mit ungleicher Geschwindigkeit wandernde Oberflächen aufweist. Diese Tatsache weist in einem Kolloidsystem auf Kolloidteilchen verschiedener Eigenschaften und ungleicher Zeta-Potentiale hin.

Die Bindeschichten entstehen durch Adsorption, während des Sedimentierens. Hier wirken die allgemein gültigen Adsorptionsregeln. So adsorbieren die Leuchtpulver verschiedener spezifischer Oberfläche und mit verschiedenartigen Eigenschaften an der Oberfläche (A, B und C) verschiedene Mengen von Kolloidteilchen, und so entstehen Adsorptionsschichten ungleicher Struktur und Zusammensetzung.

Ist die Größe der zum Kolloidsystem zugefügten Gesamtoberflächen annähernd gleich, dann bilden sich adsorbierte Schichten annähernd gleicher Stärke, und die Zusammensetzung weist, besonders in einfachen Fällen, keine wesentlichen Abweichungen auf. Ist aber die Gesamtoberfläche kleiner (C), so ändert sich nicht nur die Stärke, sondern auch die Zusammensetzung der Bindeschicht.

Die Adsorptionserscheinungen sind nach unseren Resultaten bei niedriger Solkonzentration (niedriger SiO_2 und Elektrolytkonzentration) am einfachsten. Dann ist die Stärke der Schicht von einer kritischen Elektrolytkonzentration der Menge des Koagulators proportional. Das sich vor diesem Kurventeil befindende Minimum weist darauf hin, daß zur Ausbildung einer gut haftenden Schicht eine gewisse, bestimmt festgesetzte Stärke, Zusammensetzung bzw. Adsorptionsstruktur der Bindeschicht notwendig ist. Die quantitativen Ergebnisse beweisen auch einen Anstieg des K_2O-Gehaltes vor dem Minimum. Unserer Meinung nach muß in einfachen Fällen das Emporsteigen des Wasserglases vor und dasselbe der Kieselsäure nach dem Minimum in Rechnung gezogen werden (25).

Im Falle höherer Solkonzentrationen sind die Verhältnisse verwickelter, und um die sich hier abspielenden Erscheinungen klarzustellen, wäre es erforderlich, genauere analytische Verfahren und weitere zahlreiche Messungen durchzuführen.

Beim Vergleich der drei verschiedenen Erdalkaliionen konnte, hauptsächlich im Falle niedriger Solkonzentration und in sonst gleichen Versuchsbedingungen, die Reihenfolge Ba > Sr > Ca auch für die Dicke der adsorbierten Schichten eindeutig festgestellt werden. Wie die experimentellen Ergebnisse beweisen, ist die Ursache dieser Tatsache nicht in der gesteigerten Menge des Koagulators, sondern in der durch die erhöhte koagulationsfördernde Wirkung entstandenen stärkeren Adsorptionsschicht zu suchen. Unserer Meinung nach wird der experimentell festgestellte erhöhte K_2O-Gehalt durch eben dieselbe Tatsache verursacht.

Die Stärke der Adsorptionsschicht wird durch die Vermehrung des Kieselsäuregehaltes vom Wasserglas bei sonst gleichen Versuchsbedingungen (Leuchtstoff, Qualität des Koagulators, Konzentration) geringer. Diese Verhältnisse werden bei steigender Solkonzentration verwickelter, es kann aber eine Anreicherung des SiO_2-Gehaltes in der Adsorptionsschicht festgestellt werden.

Um weitere Wirkungen der untersuchten Parameter festzustellen, ist es nötig, die *Kroeker*-Isothermen ausführlich zu prüfen. Diese Forschungsarbeit ist schon im Gange, und es wird über die erhaltenen Resultate in einer nächsten Mitteilung berichtet.

Die Verfasser sind Herrn *J. Adám* und Frau *Gy. Póka* für die experimentelle Mitarbeit zu herzlichem Dank verpflichtet.

Zusammenfassung

Diese Mitteilung befaßt sich mit der Zusammensetzung und Dicke von an der Oberfläche mikrokristallinischer ZnS-Leuchtstoffe adsorbierten komplexen Schichten, falls die ZnS-Mikrokristalle in mit Erdalkalisalzen koaguliertem kolloidem Kieselsäure-Sol suspendiert werden.

Die Autoren untersuchten, wie die Zusammensetzung und Dicke der an die Leuchtstoffkristalle adsorbierten kolloiden Adsorptionsschicht von der Zusammensetzung der Kolloidlösung, von der Korngrößenverteilung der Leuchtstoffkristalle, von der Zusammensetzung des angewandten Bindemittels und von der materiellen Qualität des Koagulators abhängt.

Schrifttum

1) *Pakswer, S., P. Intiso,* J. El. Chem. Soc. **99**, 4, 64 (1952).
2) *Hazel, J. F.* u. *G. L. Schnable,* J. Phys. Chem. **58**, 812 (1954); J. El. Chem. Soc. **100**, 2, 65 (1959).
3) *Hazel, J. F.* u. *L. Fiorito,* J. El. Chem. Soc. **105**, 1, 57 (1958).
4) *Smith, M. L.,* J. Appl. Chem. **5**, 271 (1955).
5) *Saminskij, L. A.,* V. Arbeitstagung für Lumineszenz in der Sowjetunion (Russisch) pp. 326–337 (Tartu. 1959).
6) *Levy, B.,* J. El. Chem. Soc. **106**, 3, 218 (1959).
7) *Hangos, I.,* Kolloid-Z. **159**, 1, 29 (1959).
8) *Biering, J.,* Physik und Chemie der Kristallphosphore (Vortrag Greifswald 1959) (Berlin, im Druck).
9) *Brady, A. P., A. G. Brown* u. *H. Huff,* J. Colloid Sci. **8**, 252 (1953).
10) *Ray, R. C.* u. *P. B. Ganguly,* Trans. Farad. Soc. **38**, 104 (1942).
11) *Hangos, I.* u. *Gy. Pozsgay,* Acta Technica Hung. (in Vorbereitung).
12) *Hangos, I.,* Exp. Techn. d. Phys. **6**, 5, 228 (1958); **7**, 2, 71 (1959).
13) *de Boer, F.* u. *H. Emmens,* Phil. Techn. Rundschau **16**, 9, 272 (1955).
14) *Hangos, I., H. Troperzer* u. *Gy. Pozsgay,* Acta Technica Hung. (im Druck).
15) *Hangos, I.,* Physik und Chemie der Kristallphosphore (Vortrag Greifswald 1959) (Berlin, im Druck).
16) *Gergely, Gy.* u. *I. Hangos,* Z. angew. Phys. **10**, 5, 225 (1958).
17) *Troperzer, H.,* Z. anal. Chemie (in Vorbereitung).
18) *Vecsernyés,* Magyar Kémiai Folyóirat (ungarisch) **64**, 254 (1958).
19) *Vecsernyés, L., Gy. Pozsgay,* Acta Chim. Hung. **21**, 3, 4 (1959).
20) *Hangos, I.,* Acta Techn. Hung. **19**, 67 (1957).
21) *Hangos, I.* u. *Gy. Pozsgay,* Acta Techn. Hung. **20**, 168 (1958).
22) *Hangos, I.,* Dissertation (ungarisch) (Budapest 1956).
23) *Hangos, I.* u. *Gy. Pozsgay,* Tungsram Mitteilungen (im Druck).
24) *Vecsernyés, L.,* (unpublizierte Daten).
25) *Stericker, W. M.,* u. *J. F. Hazel,* J. El. Chem. Soc. **54**, 1045 (1950).
26) *Dallavalle, J. M.,* Micromeritics (New York 1948).

From the Department of Chemistry, College of General Education, University of Tokyo (Japan)

The Action of Alkyl-Substituted Ammonium Chlorides on Negative Silver Iodide Sol

By Kunio Tamaki

With 2 figures and 2 tables

(Received February 15, 1960)

Introduction

Tamamushi and *Tamaki* (1) showed in the previous paper that the amounts of homologous *n*-alkylammonium chlorides required to coagulate negative silver iodide sol decreased with the increase of the number of carbon atoms af alkyl chains, and that the action of the homologous electrolytes with alkyl chains of more than twelve carbon atoms should be mainly due to the orientated adsorption of large organic ions on silver iodide sol particles. In a further study on the action of different types of alkyl-substituted ammonium chlorides on negative silver iodide sol, it has been found that the coagulation values of tri- and tetra-*n*-butylammonium chlorides are the same as those of *n*-alkylammonium chlorides with alkyl groups of more than twelve carbon atoms. In this paper the experimental results obtained with dialkylammonium chlorides (secondary amine hydrochlorides), trialkylammonium chlorides (tertiary amine hydrochlorides) and tetraalkylammonium chlorides (quaternary ammonium chlorides) are summarized and compared with those obtained with *n*-alkylammonium chlorides (primary amine hydrochlorides).

Experimental

Dimethyl-, trimethyl-, tetramethyl-, diethyl-, triethyl-, tetraethyl- and tetra-n-butylammonium chlorides used in this study were the samples produced by Tokyo Kasei Kogyo Co. Di- and tri-n-butylammonium chlorides were prepared from the respective amines by passing hydrogen chloride gas into benzene solutions of the amines. All the samples except tri-n-butylammonium chloride were recrystallized from ethanol-ether mixtures. Tri-n-butylammonium chloride could not be separated as solid, and therefore the following procedure was carried out: benzene was evaporated, the salt was dissolved in ethanol, surface active impurities were excluded by treating the solution with active carbon, and then ethanol was evaporated under diminished pressure. Owing to the strong hygroscopic property of all electrolytes used, the accurate concentration of the stock solution was determined by titration with standard silver nitrate solution.

Negative silver iodide sol was prepared by the reaction between silver nitrate solution and potassium iodide solution, the concentration of the latter being 10% higher than that of the former, and purified by means of ion-exchange resins. The coagulation and peptization values were determined as follows: equal volumes of electrolyte solution of various concentrations and silver iodide sol were mixed in a test tube, and the change of the state of the mixture was observed after 3 hours.

Results and Discussion

1. Coagulation

Table 1 lists the concentrations of alkyl-substituted ammonium chlorides and of some inorganic electrolytes with different valent cations required to coagulate the silver iodide sol of concentration 7.5 g/l. In fig. 1, the logarithm of coagulation value is plotted against the total number of carbon atoms of alkyl groups. The relation for *n*-alkylammonium chlorides obtained in previous study (1) is also shown in the figure for comparison.

Table 1

Coagulation values. Concentration of AgI sol:7.5 g/l

Electrolyte	mM/l
NH_4Cl	80 – 90
$BaCl_2$	1.2 – 1.4
$Al(NO_3)_3$	0.03 – 0.035
$(CH_3)_2NH_2Cl(Me_2)$	28 – 30
$(C_2H_5)_2NH_2Cl(Et_2)$	12 – 14
$(C_4H_9)_2NH_2Cl(Bu_2)$	1.1 – 1.3
$(CH_3)_3NHCl(Me_3)$	14 – 16
$(C_2H_5)_3NHCl(Et_3)$	2.8 – 3.0
$(C_4H_9)_3NHCl(Bu_3)$	0.06 – 0.07
$(CH_3)_4NCl(Me_4)$	8.5 – 9.0
$(C_2H_5)_4NCl(Et_4)$	0.85 – 0.9
$(C_4H_9)_4NCl(Bu_4)$	0.06 – 0.07

It is noticed in fig. 1 that the coagulation value of alkylsubstituted ammonium chlorides decreases generally with the increase of the total number of carbon atoms contained in a molecule of the electrolytes, though certain fluctuations due to the variation of the molecular structure are exhibited. In

early days, *Freundlich* and collaborators (2, 3) determined coagulation values of alkyl-substituted ammonium chlorides (methyl-, ethyl- and propyl-) toward arsenic trisulfide sol, from whose result similar relationships between logarithm of coagulation value and carbon atom number are obtained as illustrated in fig. 2.

The curves of logarithm of coagulation value versus carbon atom number for four

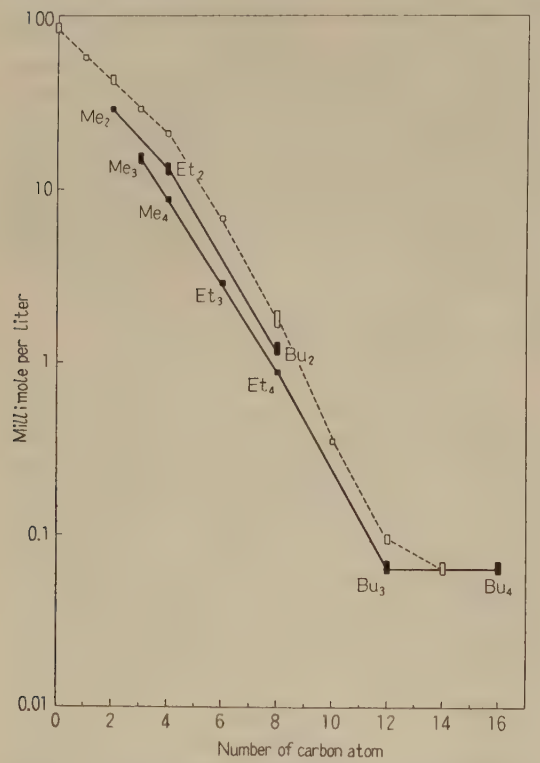


Fig. 1. Logarithm of coagulation values of alkyl-substituted ammonium chlorides plotted against total number of carbon atoms. Dotted line shows the result of n-alkylammonium chlorides

different types of compounds studied in the present work lie in the following order:

primary amine salt > secondary amine salt > tertiary amine salt ≒ quaternary ammonium salt,

while, those obtained from the data of *Freundlich* and *Slottman* (3) lie in the following order:

primary amine salt > secondary amine salt > quaternary ammonium salt ≥ tertiary amine salt.

It is noticed in both cases that some structural factor plays a role in the coagulating action, so far as the number of total carbon atoms is smaller than twelve.

The coagulation values of tri- and tetra-n-butylammonium chlorides toward silver iodide sol are very small and in good agreement with those of the higher n-alkylammonium chlorides, e. g., 0.06–0.07 mM; these values moreover decrease with the concentration of sol, which represents the reverse relation to *Burton-Bishop*'s rule (4). By testing supernatant solutions after coagulation, almost all of ions added were found to be adsorbed by sol particles. From this fact it is concluded that the action of tri- and tetra-n-butylammonium chlorides toward negative silver iodide sol should be the same nature as that of the higher n-alkylammonium chlorides.

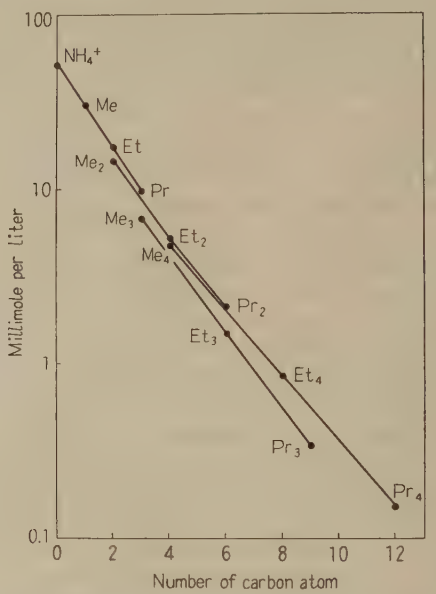


Fig. 2. Logarithm of coagulation values plotted against total number of carbon atoms obtained from *Freundlich* and *Slottman*'s data (3)

In the previous paper (1), it has been shown that in the state of coagulation the amount adsorbed of the higher n-alkylammonium chlorides on silver iodide particles is nearly constant regardless of the difference in the structure of ionic groups, and that this amount is less than that expected from the closely packed orientation of the adsorbed ions at the surface. The behavior of tri- and tetra-n-butylammonium ions may be explained from the similar viewpoint as in the case of the higher n-alkylammonium chlorides, namely: the adsorption of ions will take place at certain specific sites on the surface of the colloid particles, whereby the hydrophobic nature of the ions

may exert a paramount effect on the stability of the sol. It may be most probable that the adsorption of those organic ions at solid/liquid interface is strongly dependent on the nature of the interface and that the adsorption takes place mainly at specific sites, which is not the case at air/water interface. However, very low coagulation values of tri- and tetra-n-butylammonium chlorides may not simply be explained from the viewpoint of surface activity, as the lowering of surface tension by these electrolytes is not so strong as that of higher n-alkylammonium chlorides (5). In this case the number of carbon atoms, that is, the hydrophobic-hydrophilic balance, seems to give an important effect on the coagulation action.

The coagulation value of tetrapropylammonium chloride which contains twelve total carbon atoms toward arsenic trisulfide sol (concentration 0.233 g/l) was found by *Freundlich* and *Slottman* to be 0.155 mM, while that of dodecylpyridinium bromide toward the same sol (concentration 2.98 g/l) was found by *Meguro* (6) to be 0.5 mM. By comparing these results, it may be concluded that the coagulating action of tetrapropylammonium chloride is also caused by the adsorption of the corresponding ion.

2. *Peptization*

It was found that tri- and tetra-n-butylammonium chlorides act to peptize the coagulum at higher concentrations, and it was also found by measuring electrophoresis that colloid particles in the peptization state have electric charge of the same sign as that of ions, which can be explained by the successive orientated adsorption of the ions. With all other compounds here used, the peptization phenomenon could not be observed in the range of concentrations less than 1 M. In table 2[1]) peptization values of all alkyl-substituted ammonium chlorides having peptizing action are indicated.

It is here noticed that the peptization of tri- and tetra-n-butylammonium chlorides are much higher than those of n-alkylammonium chlorides with same carbon atom numbers. This is probably due to the weaker adsorptive power of the former compounds.

[1]) In the previous paper (1), we stated that the peptization could not be observed for the compounds containing alkyl groups of less than 10 carbon atoms. With octyl- and decylammonium chlorides, however, the peptizing action has been observed in the later study if the concentration of the electrolytes becomes progressively higher.

Table 2
Peptization values

Electrolyte	Concentration of Silver Iodide Sol 7.5 (g/l)	3.8 (g/l)
$C_8H_{17}NH_3Cl$	70–80 mM/l	70–80 mM/l
$C_{10}H_{21}NH_3Cl$	7–8	6–7
$C_{12}H_{25}NH_3Cl$	0.5–0.6	0.4–0.5
$C_{14}H_{29}NH_3Cl$	0.25–0.30	0.15–0.20
$C_{16}H_{33}NH_3Cl$	0.25–0.30	0.15–0.20
$(C_4H_9)_3NHCl$	5.0–7.0	3.0–4.0
$(C_4H_9)_4NCl$	1.0–1.5	0.6–1.0

In peptization phenomenon some structural factors should be taken in consideration, although the surface activity of the electrolytes should play an important role among other possible factors.

The author wishes to express his hearty thanks to Prof. *B. Tamamushi* for his interest and encouragement in this study.

Summary

1. The action of alkyl-substituted ammonium chlorides (secondary-, tertiary- and quaternary-salt) on negative silver iodide sol has been studied.

2. It has been found as a whole that the coagulation values of these electrolytes decrease with the increase of the number of total carbon atoms of alkyl chains contained in a molecule, and that the coagulation values of the electrolytes of the same carbon atom number are put in the following order: primary amine salt > secondary amine salt > tertiary amine salt ≒ quaternary ammonium salt.

3) It has been found that tri- and tetra-n-butylammonium chlorides show the same action in coagulating silver iodide sol as n-alkylammonium chlorides with alkyl chains of more than 12 carbon atoms, that is, the coagulation values of the former electrolytes are coincident with those of the latter electrolytes, and that these values decrease with the decrease of the sol concentration. It has been further found that the coagulum once formed is peptized at much higher concentrations of these electrolytes than in the case of *n*-alkylammonium chlorides.

4. It is suggested that the coagulating action of the alkyl-substituted ammonium chlorides may be mainly determined by the number of total carbon atoms contained in a molecule, while the peptizing action may be influenced by other structural factors.

Zusammenfassung

1. Es wurde die Wirkung von Alkyl- (methyl-, äthyl-, butyl-) substituierten Ammoniumchloriden (sekundär, tertiär, quaternär) auf die Stabilität vom negativen Silberjodid-Sol untersucht.

2. Es wurde festgestellt, daß der Flockungswert dieser Elektrolyte mit der Zunahme der gesamten Kohlenstoffatomzahl der Alkylketten abnimmt und daß die Flockungswerte der Elektrolyten von verschiedener Struktur und gleicher Kohlenstoffatomzahl in der folgenden Reihenfolge geordnet sind: primäre Aminsalze > sekundäre Aminsalze > tertiäre Aminsalze ≒ quaternäre Ammoniumsalze.

3. Es wurde weiter gefunden, daß Tri- und Tetrabutylammoniumchloride die gleiche Flockungswirkung

wie die Dodecyl-, Tetradecyl- und Hexadecylammoniumchloride zeigen, d. h., die Flockungswerte in den beiden Fällen gleich sind, und daß sie mit der Abnahme der Solkonzentration abnehmen. Tri- und Tetrabutylammoniumchloride können ebenfalls die Flockung peptisierend wirken, wie *n*-Alkylammoniumchloriden, doch bei noch höheren Konzenzentrationen.

4. Die experimentellen Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Flockung hauptsächlich durch die gesamte Kohlenstoffatomzahl in dem Elektromolekül bestimmt wird, während die Peptisation durch andere Strukturfaktoren beeinflußt wird.

References

1) *Tamamushi, B.* and *K. Tamaki*, Kolloid-Z. **163**, 122 (1959).
2) *Freundlich, H.* and *V. Birstein*, Kolloid-Beih. **22**, 95, (1926).
3) *Freundlich, H.* and *G. N. Slottman*, Z. physik. Chem. **129**, 305 (1927).
4) *Burton, E. P.* and *E. Bishop*, J. Physic. Chem. **24**, 701 (1920).
5) *Tamaki, K.* (Unpublished data).
6) *Meguro, K.*, Nippon Kagaku Zassi (J. Chem. Soc. Japan, Pure Chem. Sec.), **77**, 77 (1956).

From the Chemistry Department, Lucknow University, Lucknow (India)

Studies in Inorganic Polyelectrolytes. Part III

Conductivity Behaviour of the Aqueous Solutions of Condensed Phosphates

By A. C. Chatterji and H. N. Bhargava

With 6 figures and 5 tables

(Received October 20, 1959)

Introduction

A study of conductivity of polyelectrolytes gives a better insight into their molecular behaviour and structure. A detailed investigation of the conductivity of colloidal electrolytes like soaps has helped us to know accurately the state of micellar aggregation in them (1). According to *Hartley* (1) colloidal electrolytes can be divided into two groups. To one group belong the "subultimate" solutions of ionised compounds of fairly small molecular weight which form aggregates as a result of some physical process. To the other group belong those compounds which are dispersed to the "ultimate" macromolecules. Polyelectrolytes belong to the latter group. There are however substances such as proteins which exhibit properties that can be explained only by supposing the presence of both the macromolecules as well as the micelles (2, 3).

Kern (4) noted a sharp curvature in the conductance curves of polyacrylic acid and found its conductivity to be insensitive to the degree of polymerisation. *Briggs* (5) measured electrophoretic mobilities and conductivities of alkali salts of gum arabic and did not observe any minimum conductivity. He concluded from his studies that aggregates are present at all concentrations and that molecular weight also did not change with concentration.

Fuoss and collaborators (6–13) studied the conductivity behaviour of some synthetic polyelectrolytes quite extensively. In all the cases investigated the $\Lambda - C^{1/2}$ curves were found to be concave upwards. Mostly they could be reduced to straight lines on a log-log scale. The peculiar behaviour of polyelectrolytes has been shown to be due to the association of counter-ions to poly-ions. The most direct evidence in support of this hypothesis has been obtained by *Fuoss* (8–13) by measuring conductivities in mixtures of solvents having varied composition and hence different dielectric constants. He could also obtain linear plots of log Λ against reciprocal of dielectric constant (12). *Wall* and collaborators (14, 15) have also shown that the number of counter-ions associated with partially neutralised polymeric acids increases strongly with the degree of neutralisation. These studies point to an enhanced association of counter-ions with poly-ions because of an increase in the charge density of coiled polymer ions.

Although the conductivity of the solutions of *Graham*'s salt, the polymetaphosphate glass, has been measured as early as the year 1892 by *Tammann* (16), it is the work of *Davies* and *Monk* (17) which, for the first time, threw light on the high state of aggregation in this compound. They also compared its conductivity with that of octadecylamine hydrochloride, a colloidal electrolyte showing critical micelle concentration and ruled out the possibility of a loose association of ions in the case of *Graham*'s salt upto as low a concentration as $C = 5 \cdot 10^{-6}$. *Davies* and *Monk* (17) and *Monk* (18) have reported conductivities of some other condensed phosphates also. Pyro-, trimeta-, and tripoly-phosphates, for example, have been shown to behave almost as strong electrolytes.

Recently *Schindewolf* (19) has shown that the mobility of polyphosphate molecule ions increases with increase in chainlength and reaches a maximum. Contrary to this *Wall* and *Doremus* (20) observed a decrease in mobility with increase in chainlength. *Teichert* and *Rinman* (21) also studied the conductivity behaviour of polyphosphates and seem to conclude that their conductivity depends on molecular weight.

Due to differences in the observations of different workers it was thought necessary to study in detail the conductivity of *Graham*'s salt, many samples of which have been prepared by us (22), especially as no extensive study has been made on the dependence of conductivity of this polyelectrolyte on its molecular weight.

Materials and Methods

The samples of *Graham*'s salt were prepared by us and have been reported in an earlier communication (22). Four samples of *Graham*'s salt together with one of tripolyphosphate were obtained from Dr. *U. P. Strauss* of Rutgers University, U.S.A. through Mr. *Chanan Singh* of Central Drug Research Institute, Lucknow. A sample of the hexahydrate of tripolyphosphate was obtained from Prof. *Kobayashi* of Kobe University, Japan, and one of trimetaphosphate from Dr. *Karl-Kroupa* of Monsanto Chemical Co., Ohio, U.S.A., both through Mr. *Chanan Singh*.

Potassium chloride and sodium pyrophosphate used were both of A. R. grade (B.D.H.) and the former was recrystallised from conductivity water.

A drum type of bridge, manifactured by *Leeds* and *Northrup* Co., Philadelphia, U.S.A. (model 174565), a tunable headphone and an audio-oscillator with a frequency of 1000 cs./sec. operated at 110 v. were used for measuring resistance. An amplifier was also inserted in the circuit. Two conductivity cells, one of *Jones* type with a cell constant of 1.606, and the other, a low-resistance bottle type (23) with a cell constant of 0.155, were used in the conductivity measurements.

Results

Equivalent conductivities of the samples of *Graham*'s salt prepared by us have been reported in table 1 and of those obtained from Dr. *Strauss* in table 2. In table 3 are given the conductivities of pyro-, tripoly-, and trimeta-phosphates. In table 1 both the weight-average molecular weight (M_w) and the endgroup molecular weight (M_e) have also been given. Curves showing the relation between Λ and $C^{1/2}$ have been given for three samples of different molecular weights picked up randomly (fig. 1). Similar curves could be obtained with all other samples. In all the cases the curves obtained are of concave upwards shape depending on the molecular weight.

In fig. 2 are given curves showing the relation between equivalent conductivity and the weight-average molecular weight at three different concentrations, N/32, N/256, and N/1024, indicated in the figure itself. As should be obvious from a comparative study of the tables also, the molecular weight dependence of conductivity is more conspicuous for the samples of lower molecular weight. With an increase in the molecular weight conductivity at all the three concentrations decreases first sharply and then slowly.

Table 1

Conductivities of Various Samples of *Graham*'s Salt prepared by U_s

			Equivalent Conductivity								
		Sample No.	30	3	28	24	27	25	21	29	22
C	$C^{1/2}$	M_w	3500	4000	4050	5050	5640	6100	6770	6950	7070
		M_e	1730	2700	1975	2720	3510	3635	3785	3440	4260
0.000976	0.0313	...	92.1	89.5	89.4	80.4	77.1	72.7	72.0	72.0	73.2
0.00195	0.0442	...	82.6	79.3	80.4	72.4	68.7	...	...	...	65.3
0.00391	0.0625	...	74.7	71.3	71.6	64.4	61.0	58.2	57.4	58.2	59.6
0.00781	0.0884	...	66.9	64.5	64.3	58.4	54.9	...	...	...	52.0
0.0156	0.125	...	60.7	58.5	57.8	52.4	49.8	47.9	48.5	47.9	47.7
0.0313	0.177	...	55.3	53.8	52.2	48.3	45.5	43.9	43.2	43.9	43.7
0.0625	0.250	...	...	...	47.4	...	...	40.6	40.1	40.7	39.5
		Basicity	3	3	3	3	3	3	3	3	3

			Equivalent Conductivity								
		Sample No.	35	47	2	38	41	39	46	31	51
C	$C^{1/2}$	M_w	7470	7670	9000	10350	10650	11170	13300	13500	13700
		M_e	4750	1120	6250	4250	7410	8300	7910	6055	9170
0.000976	0.0313	...	68.3	68.9	65.7	...	63.2	...	...	...	59.1
0.00195	0.0442	...	61.0	...	58.8	...	...	...	...	...	53.7
0.00391	0.0625	...	54.8	59.1	54.4	54.6	53.1	53.7	50.3	49.5	48.9
0.0781	0.0884	...	49.9	...	48.5	...	...	49.5	48.6	...	45.6
0.0156	0.125	...	45.7	52.2	45.6	45.7	46.0	45.8	42.8	42.3	...
0.0313	0.177	...	43.4	49.6	41.1	42.1	43.6	42.5	39.8	40.0	38.9
0.0625	0.250	...	39.5	46.3	...	39.3	...	...	...	37.3	...
		Basicity	2	2	2	...	...	...	...	...	...

			Equivalent Conductivity								
		Sample No.	55	57	42	60	64	66	62	54	65
C	$C^{1/2}$	M_w	14900	15000	15600	16670	17300	17600	17600	19100	20600
		M_e	8050	8480	5390	9490	6680	9100	14140	11170	15150
0.000976	0.0313	...	...	56.5	...	...	...	...	...	57.1	...
0.00195	0.0442	...	...	52.0	...	...	...	...	...	53.4	...
0.00391	0.0625	...	47.7	47.4	49.5	47.0	46.6	46.6	47.1	47.5	46.8
0.00781	0.0884	...	...	44.4	...	...	...	...	43.8	44.5	43.6
0.0156	0.125	...	41.4	40.9	42.1	40.9	40.6	40.8	40.8	42.0	40.9
0.0313	0.177	...	38.9	38.3	40.4	38.3	38.3	38.9	38.6	39.4	38.4
0.0625	0.250	...	36.4	36.0	37.4	36.0	36.1	36.1	...	...	36.2
		Basicity	...	2	...	...	...	...	...	2	...

Thus, the samples of high molecular weight do not have very different values of conductivity.

Curves obtained with pyro-, and trimeta-phosphates are given in fig. 3. In fig. 4 are given curves obtained with our data at 35° C with the sample from Dr. *Strauss*, and the data of *Bonneman-Bemia* (24) at 25° C.

The conductivity curves have been plotted in two other ways. In one case, equivalent concentration has been plotted against specific conductivity (k) and in the other log Λ against log C. We have been able to employ both of these methods successfully to represent our results graphically. The equivalent concentration—specific conductance curves for three samples are

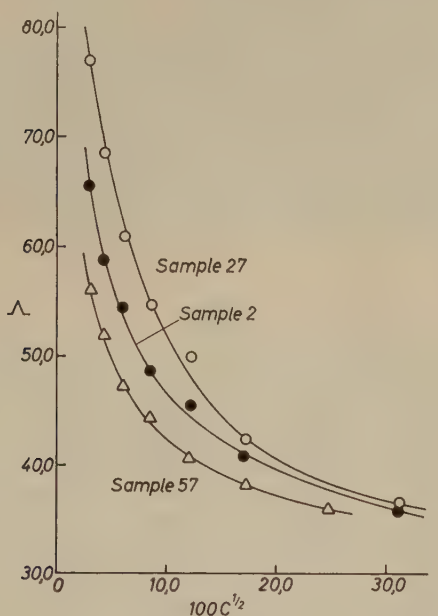


Fig. 1. $\Lambda - C^{1/2}$ Relations for Three Samples of *Graham*'s Salt

shown in fig. 5, and log-log plots for three in fig. 6. Similar linear plots could be obtained with all the other samples of *Graham*'s salt including those obtained from Dr. *Strauss*. The data obtained with the samples of Dr. *Strauss* (table 2), as a comparison of results will show, compare favourably with those obtained with our samples (table 1).

Table 2

Conductivities of the Samples of *Graham*'s Salt obtained from Dr. *Strauss*

C	Wt.-av. Mol.Wt.	Equivalent Conductivities 8900	11400	14500	18900
0.000976	...	63.2	60.8	56.5	55.5
0.00195	...	57.1	53.7	51.0	50.4
0.00391	...	52.2	49.6	46.6	46.2
0.00781	...	47.4	45.4	43.4	42.8
0.0156	...	43.4	42.1	40.4	40.8
0.0313	...	40.2	38.9	37.8	37.7
0.0625	...	37.5	36.7	36.7	...
	Basicity	2	2	2	2

Discussion

The conductance curves given by the samples of *Graham*'s salt do not show any resemblance to those obtained with simple electrolytes where, at low concentrations at least, they approach linearity. In fact the behaviour shown by pyro-, tripoly-, and trimetaphosphates is quite different from that shown by *Graham*'s salt and resembles, as would be obvious from figs. 3 and 4, that shown by simple electrolytes. Only a slight curvature is observed at higher concentration. The curves for these lower condensed phosphates have been given for the sake of comparison only and we shall not go into details since the property has already been very well discussed by *Davies* and *Monk* (17) and *Monk* (18).

As will be clear from fig. 1, the concave upwards curves obtained with *Graham*'s salt

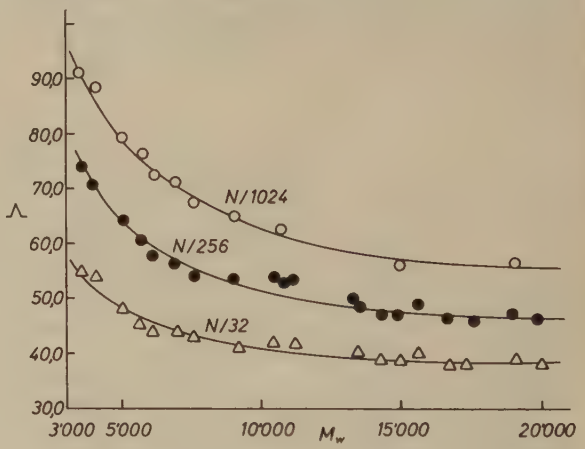


Fig. 2. Relations between Λ and M_w at Different Concentrations of *Graham*'s Salt

become progressively steeper as the concentration is decreased. The behaviour, as pointed out by *Fuoss* (11, 12), is similar to that of weak electrolytes or that of strong electrolytes in solvents of low dielectric constant where the number of ions free to carry current is a function of concentration. Such a behaviour has been predicted on the basis of the statistical coil model proposed by *Fuoss* (11), and many other polyelectrolytes are now known to give such curves (4–13, 25). As pointed out by *Hartley* (1), the mobility of a highly charged colloid ion being dependent on the ratio of charge to linear dimensions, is very high at infinite dilution. The equivalent conductivity will, therefore, exceed those of simple electrolytes at infinite dilution. The effect has been observed in some aggregating polymers (26). The rapid rise of conductivity with dilution in the case of polyelectrolytes can be explicable on this basis. In opposition to

Table 3

Conductivities of Lower Condensed Phosphates

C	$C^{1/2}$	Equivalent Conductivity of			
		$Na_4P_2O_7$	$Na_5P_3O_{10}$	$Na_5P_3O_{10}$ 6 H_2O	$(NaPO_3)_3$
0.000976	0.0313	150.2	152.0	153.4	150.2
0.00195	0.0442	145.3	143,8	143.8	145.6
0.00391	0.0625	136.1	130.3	130.0	139.4
0.00781	0.0884	123.8	115.7	117.0	132.0
0.0156	0.125	111.0	101.8	100.6	123.3
0.0313	0.177	97.4	90.1	87.8	114.4
0.0625	0.250	84.7	78.3	...	...
	Basicity	5	6	6	3

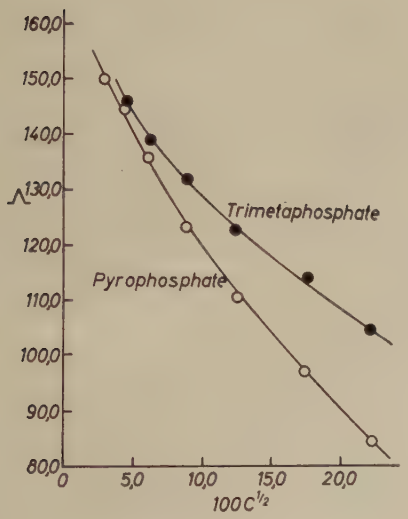


Fig. 3. Λ — $C^{1/2}$ Relations for Sodium Trimeta- and Pyro-phosphates

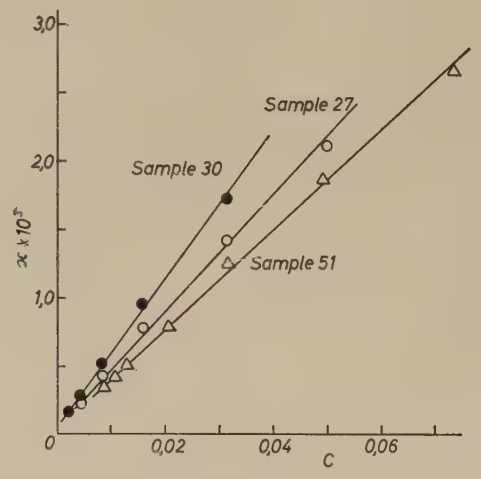


Fig. 5. Sp. Conductance-Concentration Curves for Samples of *Graham* Salt

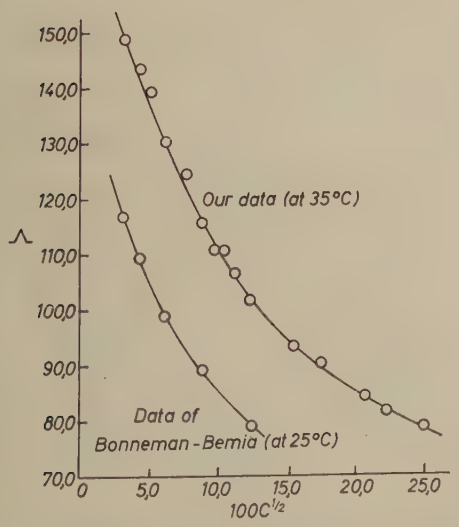


Fig. 4. Relation between Λ and $C^{1/2}$ for Sodium Tripolyphosphate

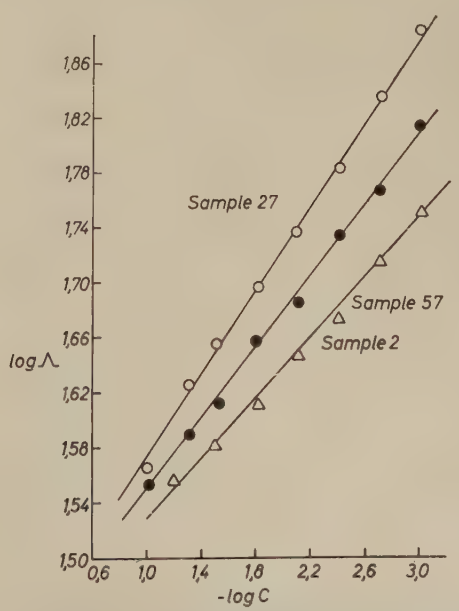


Fig. 6. Log C — log Λ-plots for Three Samples of *Graham*'s Salt

this effect, however, there will be the tendency of the counter-ions to adhere to the surface of the colloid ion as a result of the electrostatic attraction between them and colloidal ions. The mobility of the colloidal ions, according to the views of *Hartley*, is directly proportional to the surface potential analogous to that of a large particle in accordance with the theory of *Smoluchowski* (27).

On the basis of *Fuoss*'s model (11) the results can be explained in the following way. First of all let us consider the difference between a polyelectrolyte and a simple electrolyte. In very dilute solutions of simple electrolytes a microscopic 'test volume element' will always contain, on an average, an equal number of positive and negative ions. But in the case of *Graham*'s salt, a polyelectrolyte, the charge distribution would not be so uniform. If we assume a chainlike configuration proposed by *Fuoss*, we will encounter either the regions of positive charge containing sodium ions or of negative charge of the chain containing phosphate anions. Now, at a given concentration some of the cations get associated with the poly-ions and do not contribute to the cation current carried by the free, i. e. unassociated sodium ions. The negative ion current is carried by the polyanions whose mobility is proportional to their net charge, i. e. to the difference between the number of phosphate groups on the chain and paired sodium ions (the so-called "gegen-ions"). An electrostatic attraction will hold the paired gegen-ions within the sphere of byions (i. e. the poly-anions). On dilution, more space will become available between polyanions. The opportunity for the cations to escape the field of attraction of the polyanions will, therefore, be greater. In this way, the number of free cations, and hence the positive current, will increase. There will be another factor which will influence conductivity. When a cation leaves a polyanion it increases the net charge of the latter by one unit, and hence increases its mobility. With increase in dilution it will have lesser and lesser chance of coming back to the chain. Consequently the net charge, and hence the equivalent conductance, will rise with a decrease in concentration. But the intramolecular mutual repulsion between unpaired charges left on the polymer chain will cause its dilation. This unfolding of the chain will increase the frictional coefficient and motion of the polyanions will be retarded. However, this effect is not large as compared to the factors which increase the mobility. Net effect will, therefore, be an increase in the negative ion current and hence a rise in conductance. Now, since the charge on the polyion depends on the molecular weight, one would expect a greater degree of association of cations to poly-anions as the degree of polymerisation increases. The dilation of the poly-ion will also be greater the higher the molecular weight. The latter effect is amply borne out by measurements on viscosity reported earlier (28). Both these factors will tend to decrease the conductivity. *Fuoss* (12) did observe this expected molecular weight dependence of conductivity. The experiments of *Wall* and *Doremus* (20) on polyphosphates lead to similar conclusions. It will be clear from the results as given in figs. 1 and 2 as well as the data recorded in tables 1 and 2, that in case of *Graham*'s salt the conductivities do diminish with increase in the weight-average molecular weight. Such an observation, however, is quite contrary to the findings of *Kern* (6) who failed to observe any molecular dependence of conductivity in the case of polyacrylic acid.

Cathers and *Fuoss* (9) considered the spatial distribution of ions at low concentration and pointed out the non-uniform distribution of poly-ions. They showed that the by-ion conductance increased with dilution. Assuming that the molecules can be represented as a uniformly charged rod, the potential around it could be calculated by a formula obtained by explicit integration of *Poisson-Boltzmann* equation for very long cylindrical molecules (29). We would expect to find a considerable clustering of counter-ions around the cylinder and would expect them to be with the rod as a result of electrostatic attraction. For evaluation of a precise magnitude of conductance, *Fuoss* (12) considered some classical models. Treatment of the poly-ion as a random coil was found to give an over-estimation of mobility, but the consideration of a rigid cylindrical model gave better results. For low-molecular-weight polymers approximation as an infinite rod in the potential could no longer be made. The higher conductance of the low polymers was thought to be, in all likelihood, due to the less association of counter-ions rather than to a higher poly-ion mobility.

From our results as given in fig. 2 it can be clearly observed that, in the case of higher-molecular-weight compounds, the

Table 4

Conductivities of the Solutions of *Graham*'s Salt in Potassium Chloride

Specific Conductivity of the KCl Solution = $0.348 \cdot 10^{-3}$ mhos.

Sample No.	Conc. %	Sp. cond. in water mhos · 10^3	sum of sp. cond. mhos · 10^3	obsd. sp. cond. in KCl mhos · 10^3	Percent decrease in sp. cond.
	0.025	0.142	0.490	0.455	7.1
	0.050	0.275	0.623	0.561	9.9
25	0.25	1.113	1.461	1.374	6.0
	0.319	1.374	1.722	1.637	4.9
	0.50	2.046	2.392	2.279	4.7
	0.05	0.252	0.600	0.537	10.5
21	0.10	0.463	0.812	0.737	9.2
	0.25	1.039	1.387	1.316	5.4
	0.50	1.937	2.285	2.185	4.6
	0.05	0.233	0.581	0.524	10.9
31	0.25	0.980	1.328	1.247	6.6
	0.50	0.837	2.185	2.100	4.0

molecular weight dependence of conductance is not very marked. A similar observation was made by *Fuoss* (12).

We have made another significant observation. From table 1 it can be seen that the weight-average molecular weight has a greater effect on conductivity than the corresponding endgroup molecular weight. However, certain anomalous results obtained with high-molecular-weight compounds in which the conductivities are either slightly lower or slightly higher than the expected values, can be explained if the endgroup molecular weights are also taken into account. As pointed out by *Strauss* and *Treitler* (30) the abnormalities with regard to the endgroup molecular weights can be attributed to a certain extent to the presence of small amounts of orthophosphate or ring phosphate. Their presence also tends to increase the conductivity (17). Many samples were analysed in our laboratories for the presence of orthophosphate and were found to contain 0.3–1.5% of it (31). Only sample 47 gave an abnormal value (10%); this will explain the high values of conductivity in its case. It may be pointed out here that we (32) could not establish any kind of a relationship between the weight-average molecular weight and the endgroup molecular weight although in a large number of cases the values of the latter were found to be one-half of the former. By seeing the data presented in table 1 we can however conclude that the effect of the weight-average molecular weights is certainly much more pronounced and should be attached greater importance here.

Fuoss (9) predicted that in mixtures of polyelectrolytes and simple electrolyte the conductance would be less than the sum of individual conductivities. This should occur as a result of the suppression of dissociation of polyelectrolyte in the presence of added salt. The charge on the poly-ions gets strongly reduced in the presence of an excess of gegenions. We have found a decrease in conductance on addition of an electrolyte and data for three samples of *Graham*'s salts in potassium chloride are given in table 4. The percentage diminution in conductivity ranges from 4% to 11%. *Basu* and *DasGupta* (25) found a decrease of the same order in the case of sodium carboxylmethyl cellulose. They also made a reference to the fact that when two simple electrolytes are mixed the specific conductance of the mixture could, at times, be less than the sum of the conductances of the individual electrolytes. This could be a result of the mutual inter-

Table 5

Conductivities of the Aqueous Solutions of Pyro-, Tripoly-, and Trimeta-phosphates in Potassium Chloride

Specific Conductivity of KCl Solution = $0.348 \cdot 10^{-3}$ mhos

Sample	Conc.	Sp. cond. in water mhos · 10^3	sum of sp. cond. mhos · 10^3	obsd. sp. cond. in KCl mhos · 10^3	Percent decrease
Pyrophosphate					
	0.087	0.967	1.315	1.253	4.7
	0.349	3.032	3.380	3.291	2.6
Tripolyphosphate					
	0.025	0.448	0.796	0.751	5.6
	0.05	0.802	1.150	1.078	6.2
	0.10	1.401	1.749	1.671	4.5
	0.25	2.980	3.328	3.198	3.9
Trimetaphosphate					
	0.05	0.667	1.015	0.973	4.1
	0.159	1.926	2.274	2.218	2.5
	0,25	2.903	2.251	3.116	4.2
	0.319	3.574	3.922	3.823	2.5

action of the ion atmosphere. But there, as seen in the experiments of *Stearn* (33), the percentage lowering of specific conductivity is not more than 0.5%. In table 3 conductivities of sodium pyro-, tripoly-, and trimetaphosphates in potassium chloride are also given. It is surprising to note that even in these lower condensed phosphates there is a diminution in conductivity although it is to a lesser extent.

Although *Davies* and *Monk* (17) have indicated that the conclusion drawn from the *Ostwald*'s rule by which the basicity of an acid can be calculated by the formula:

$$B = \frac{\Lambda_{1024} - \Lambda_{32}}{10.8},$$

are hazardous, we found it interesting to calculate the 'apparent' basicities for a number of samples of *Graham*'s salt. Some previous workers have found the value to lie between 2 and 4 (34–36). In our case, the samples with weight-average molecular weight, M_w, in the range 3000–8000 gave values of 3 but the others of higher molecular weight gave a value of 2. There was a tendency for the apparent basicities to decrease with rise in molecular weight. Of the samples of other phosphates tested, one of pyrophosphate gave a value of 5 and triphosphate and its hexahydrate gave a value of 6. The values are one higher than expected. The sample of trimetaphosphate gave the expected value 3. The values of basicity are given in the corresponding tables.

In fig. 6 linear plots of log Λ against log C have been given for three samples of *Graham*'s salt having different molecular weights. *Fuoss* (6–13) also obtained such plots for many synthetic polyelectrolytes. However, unlike his plots, the straight lines obtained by us for various samples do not seem to run parallel to each other. It is interesting to note that our results can also be represented in a linear fashion by plotting specific conductance against equivalent concentration, C, as shown for three samples in fig. 5. Such an observation does not appear to have been made by any worker in this field. *Fitzgerald* and *Fuoss* (37) have once represented their data on this scale while describing electrophoresis of a synthetic polyelectrolyte. But their curves are slightly curved downwards.

Acknowledgement

One of us (H.N.B.) is grateful to the Government of India for the Research Training Scholarship during the tenure of which the above investigations were carried out. We are also thankful to Prof. *S. N. Shukla* for providing laboratory facilities to complete the work.

Summary

Conductivities of the aqueous solutions of nearly thirty samples of *Graham*'s salt having different molecular weights have been observed. Plots of equivalent conductivity (Λ) against square root of equivalent concentration ($C^{1/2}$) show a strong curvature at lower concentration reminiscent of the behaviour of weak electrolytes. It has been explained as being due to the association of counter-ions with poly-ions because of a high charge density around the latter. The rise in equivalent conductance with decrease in concentration is more pronounced in the case of low-molecular-weight samples. In high molecular-weight compounds the molecular weight dependance is less conspicuous. On plotting equivalent conductance against weight-average molecular weight for any particular concentration of *Graham*'s salt, curves have been obtained which show that with an increase in molecular weight conductivity falls first sharply and then slowly. The effect of the weight-average molecular weight on conductivity is much more pronounced than that of the corresponding endgroup molecular weight, although the values of the latter also affect the conductance.

The highly curved plots of Λ *vs.* $C^{1/2}$ can be reduced to linear ones on a log-log scale. A plot of specific conductivity against the equivalent concentration is also invariably linear.

The values of 'apparent basicity' calculated for various samples of *Graham*'s salt with the help of *Ostwald*'s rule lie between 2 and 3; they have a tendency to decrease with increase in weight-average molecular weight.

Zusammenfassung

Die Leitfähigkeit wäßriger Lösungen von nahezu 30 Proben aus *Graham*-Salz, die verschiedenes Molekulargewicht hatten, wird betrachtet. Die Auftragung der Äquivalentleitfähigkeit gegen die Quadratwurzel aus der Äquivalentkonzentration zeigt starke Krümmungen bei niedrigen Konzentrationen, die an das Verhalten schwacher Elektrolyte erinnern. Sie wird erklärt durch Assoziationen der Gegenionen mit den Polyionen infolge der hohen Ladungsdichte um letztere. Der Anstieg der Äquivalentleitfähigkeit mit sinkender Konzentration ist für die niedermolekularen Proben stärker ausgeprägt. Bei den hochmolekularen Verbindungen ist die Molekulargewichtsabhängigkeit weniger auffällig. Trägt man die Äquivalentleitfähigkeit gegen das Gewichtsmittel des Molekulargewichts für irgend eine Konzentration des *Graham*-Salzes auf, so ergeben sich Kurven, die mit steigendem Molekulargewicht erst einen scharfen und später einen langsamen Leitfähigkeitsabfall zeigen. Der Effekt des Gewichtsmittels des Molekulargewichts auf die Leitfähigkeit ist viel ausgeprägter als der des entsprechenden Endgruppenmolekulargewichts, obgleich der Betrag des letzteren die Leitfähigkeit ebenfalls beeinflußt.

Die stark gekrümmten Kurven von Λ gegen $\sqrt{C}$ können in einer doppelt-logarithmischen Skala zu linearen reduziert werden. Die Auftragung der spezifischen Leitfähigkeit gegen die Äquivalentkonzentration ist ebenfalls invariabel linear.

Die Werte der scheinbaren Basizität, berechnet mit Hilfe der *Ostwald*-Regel für verschiedene *Graham*-

Salzproben, liegen zwischen 2 und 3. Sie haben die Tendenz, mit Zunahme des Gewichtsmittels der Molekulargewichte abzunehmen.

References

1) *Hartley, G. S.*, Quart. Revs. **2**, 152 (1948).
2) *Meyer, K. H.*, Natural and Synthetic High Polymers (New York 1950).
3) *Jirgensons, B.*, Organic Colloids (Amsterdam 1958).
4) *Kern, W.*, Z. phys. chem. **A 181**, 249 (1938).
5) *Briggs, D. R.*, J. Phys. and Colloid Chem. **52**, 76 (1948).
6) *Fuoss, R. M.* and *G. I. Cathers*, J. Polymer Sci. **2**, 12 (1947).
7) *Edelson, D.* and *R. M. Fuoss*, J. Amer. Chem. Soc. **70**, 2832 (1948); ibid. **72**, 306 (1950).
8) *Fuoss, R. M.* and *U. P. Strauss*, J. Polymer Sci. **3**, 246 (1948).
9) *Cathers, G. I.* and *R. M. Fuoss*, ibid. **4**, 121 (1949).
10) *Fuoss, R. M.* and *D. Edelson*, ibid. **6**, 523 (1951).
11) *Fuoss, R. M.*, Disc. Faraday Soc. **11**, 125 (1951).
12) *Fuoss, R. M.*, J. Polymer Sci. **12**, 185 (1954).
13) *McFarlane, R.* jr. and *R. M. Fuoss*, ibid. **23**, 403 (1957).
14) *Huizenga, J. R., P. F. Grieger* and *F. T. Wall*, J. Amer. Chem. Soc. **72**, 2936, 4228 (1950).
15) *Wall, F. T.* and *R. H. Doremus*, ibid. **76**, 1557 (1954).
16) *Tammann, G.*, J. pr. chem. **45**, 463 (1892).
17) *Davies, C. W.* and *C. B. Monk*, J. Chem. Soc. **1949**, 413.
18) *Monk, C. B.*, ibid. **1949**, 423, 427.
19) *Schindewolf, U.*, Z. phys. Chem. (Frankfurt) N. F. **1**, 134 (1954).
20) *Wall, F. T.* and *R. H. Doremus*, J. Amer. Chem. Soc. **76**, 868 (1954).
21) *Teichert, W.* and *K. Rinman*, Acta Chem. Scand. **2**, 225 (1948).
22) *Chatterji, A. C.* and *H. N. Bhargava*, J. Polymer Sci. **35**, 235 (1959).
23) *Newman, F. H.*, Electrolytic Conduction, p. 324 (London 1930).
24) *Bonneman-Bemia, P.*, Ann. Chim. (Paris) **16**, 395 (1941).
25) *Basu, S.* and *P. C. DasGupta*, J. Colloid Sci. **7**, 53 (1952).
26) *Robinson, C.* and *H. E. Garrett*, Trans. Faraday Soc. **35**, 771 (1939).
27) *Smoluchowski, M. von*, Kolloid-Z. **18**, 190(1916).
28) *Chatterji, A. C.* and *H. N. Bhargava*, ibid. **160**, 35 (1958).
29) *Fuoss, R. M., A. Katchalsky* and *S. Lifson*, Natl. Acad. Sci. (U.S.) **37**, 579 (1951).
30) *Strauss, U. P.* and *T. R. Treitler*, J. Amer. Chem. Soc. **77**, 1473 (1955).
31) *Chatterji, A. C., H. N. Bhargava, K. K. Tewari* and *P. S. Krishnan*, Arch. Biochem. Biophys. **85**, 19 (1959).
32) *Chatterji, A. C.* and *H. N. Bhargava*, J. Polymer Sci. **39**, 543 (1959).
33) *Stearn, A.*, J. Amer. Chem. Soc. **44**, 670 (1922).
34) *Pascal, P.*, Compt. Rend. **179**, 966 (1924).
35) Mme. *Salih, R.*, Bull. soc. chim. belges **5**, 4, 1724 (1937).
36) *Wiesler, A.*, Z. anorg. Chem. **28**, 177 (1901).
37) *Fitzgerald, E. B.* and *R. M. Fuoss*, J. Polymer Sci. **14**, 329 (1954).

Non-Destructive Quality Test of Adhesive Joints by Means of Resonance Measurements

By Kisou Kanamaru), Kyoichiro Ikari*), Tadashi Kishimoto**) and Eiichi Fukada**) (Tokyo, Japan)*

With 14 figures in 15 details

(Received October 7, 1959)

Introduction

A non-destructive test of an adhesive joint using ultra-sound was first developed by *A. G. H. Dietz* (1) and in spite of the scatter in results a trend was made clear that high values of dynamic modulus E' are always accompanied by high values of joint strength F even though it was not possible to find out that a given value of F is indicated by a given value of E'.

In the present investigation resonance properties (dynamic modulus and tan δ) and tensile strength of adhesive joints have been studied in their relation to the thickness of the joints by means of a resonant bar method with a view not only to finding out the possibilities of this method for use as non-destructive quality test of the joints but also to bring light in the dynamic properties of an adhesive layer which have scarcely been studied hitherto.

*) Laboratory of High Polymer Science, Tokyo Institute of Technology, Ookayama, Tokyo.
**) Kobayasi Institute of Physical Research, Kokubunji, Tokyo

Experimental

1. Measurements of Dynamic Modulus and Loss Factor in Adhesive Joints

A method for measuring the dynamic *Young*'s modulus and the loss factor of thin lamina has been developed by *Nolle* and *Westervelt* (2). In this application two metal bars of equal length $l/2$ are cemented end to end to form a single bar. The frequency and Q^{-1} of the fundamental resonance of the cemented bar are measured and compared with similar quantities measured for a continuous bar of length l. From this comparison an effective complex *Young's* modulus for the thin cement layer can be obtained. The method

adopted in the present paper is principally along the same way.

In order to measure the resonant frequency and Q^{-1} of the cemented bar the composite oscillator method has been employed (1, 3, 4). The cemented bar is joined to a quartz crystal as shown in fig. 1, which forms an arm of the bridge circuit and the resonance of the composite oscillator is determined by the electric measurement. The block diagram of measuring apparatus is illustrated in fig. 2. The alternating voltage is fed into the bridge circuit and the longitudinal oscillation of the composite bar is detected by the output voltage in a vacuum tube voltmeter or a cathod

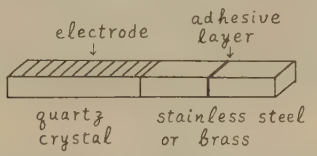


Fig. 1. Sketch of cemented-bar specimen

ray oscilloscope. The electric capacity of the composite bar is compensated by a variable capacity C in the bridge circuit. The resonant frequency at which the output signal becomes maximum, is measured to the accuracy of 0.1 percent by an frequency counter connected to the variable frequency oscillator. The frequencies, at which the amplitude of the output voltage is $1/\sqrt{2}$ times the maximum amplitude, are also measured, thus giving the half power width.

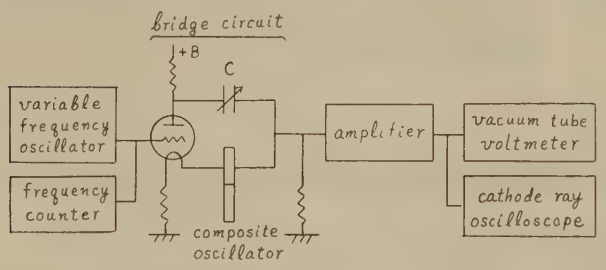


Fig. 2. Block diagram of apparatus for measuring resonance properties

The size of x-cut quartz crystal is $5 \times 4 \times 51$ mm and its resonance frequency of longitudinal oscillation (f_q) is 50 Kc/s. A stainless steel or brass bar of equal cross section is joined to the quartz crystal. The length of the bar is 47 mm for the stainless steel and 33 mm for the brass bar, which gives the resonant frequency of the bar about 50 Kc/s. Therefore the adhesive bond between the quartz oscillator and the metal bar becomes the nodal line of the resonant vibration of the composite bar and produces little influence on the result. A photo paste such as polyvinyl acetate resin was used as the adhesive for this purpose.

Denoting the resonant frequency of the composite bar f_0 and the half power width Δf_0, the resonant frequency of the metal bar ν_0 and the half power width of the metal bar $\Delta\nu_0$ are given by the following formulas respectively,

$$\nu_0 = f_0 - \frac{m_q}{m}(f_q - f_0) \qquad [1]$$

$$\Delta\nu_0 = \left(1 + \frac{m_q}{m}\right)\Delta f_0 \qquad [2]$$

where m_q and m denote the mass of quartz oscillator and the metal bar respectively.

Next, the two metal bars which have the half length of the foregoing reference metal bar are cemented with the adhesive to be examined. The cemented bar is joined to the quartz oscillator and set in the bridge circuit. Denoting the resonant frequency and half power width of the composite bar f and Δf, the resonant frequency ν and half power width $\Delta\nu$ of the cemented bar are obtained by the similar equations to [1] and [2],

$$\nu = f - \frac{m_q}{m}(f_q - f) \qquad [3]$$

$$\Delta\nu = \left(1 + \frac{m_q}{m}\right)\Delta f. \qquad [4]$$

According to the theory of *Nolle* and *Westervelt*, the dynamic *Young*'s modulus E and the loss factor $\tan\delta$ are calculated by the following formulas,

$$E = 4\,\varrho\, l\, b\, \nu_0^2\, \nu/(\nu_0 - \nu) \qquad [5]$$

$$\tan\delta = \frac{1}{2}\,\frac{\Delta\nu - \Delta\nu_0}{\nu_0 - \nu} \qquad [6]$$

where ϱ is the density of the metal bar, l the length of the reference metal bar, b the thickness of adhesive bond.

It is known that the applicability of equations [1] to [4] is confined to the case when $(f_q - f)$ is less than 10% of f_q (3, 4). In most experiments carried out at room temperature, the value of $(f_q - f)$ was less than 1 Kc/s and small enough compared with 50 Kc/s of the resonant frequency f_q. When the temperature of the adhesive bond was raised to about 100° C, $(f_q - f)$ approached to about 10 percent of f_q, which was the limit of the present experiment.

2. *Measurement of Tensile Joint Strength and Preparation of Bar Specimens*

After the measurements of the resonance properties have been made, the cemented bar specimen, after being removed from the quartz rod, was subjected to tensile measurements by a *Shopper* testing apparatus. As materials of the metal bar specimens, that is, as the adherends, stainless steel and brass were employed as mentioned above. The metal rods to be joined are those which have been carefully machine-finished and polished with special care so that a close contact can be made between their ends. Moreover, the surface of the rods to be joined was cleaned by wiping with a cloth, followed by aceton and benzene degreasing. In cases, when the adhesive was applied in the form of solution, it was applied to the ends of the rods with a dropper, and the rods were air-dried until the solvent was sufficiently removed. After drying, the rods were placed in a jig designed to produce specimens with a required joint thickness. The entire assembly was then heat-treated in a thermostat under a controlled condition as regards the load applied, the temperature and the period of the heat treatment. In cases, when the adhesive was applied in the form of film, it was inserted between the ends of the rods and pressed.

The bar specimens were then heat-treated in a similar manner. The joint thickness, the effect of which is to be studied, was controlled by the amount of the solution to be dropped or by the thickness of the film to be inserted, and measured, after the specimen rods were heat-treated, by means of a micrometer.

Results

The results of resonance properties (dynamic modulus and tan δ) of the adhesive

joint obtained under various conditions of: 1. the type of adhesives, 2. the temperature and the period of the heat treatment, 3. the joint thickness, and of 4. the amount of fillers and plasticizers added, were studied in their relation to those of the tensile strength of the joint. Some typical results are shown below.

1. Results of Dynamic Modulus

a) The system, brass/polyvinylacetate (PVAc)

Using a polyvinylacetate sample ($P = 1700$) and the rods made of brass as the adhesive and the adherends respectively, cemented

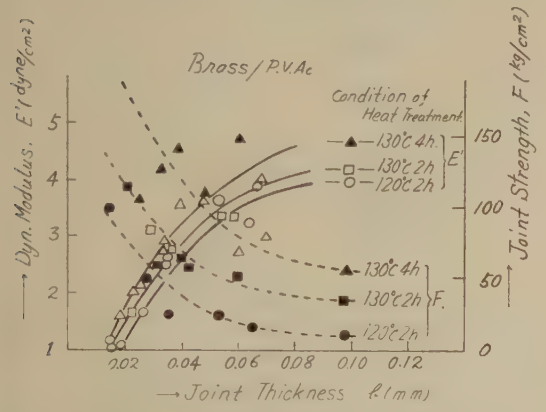


Fig. 3. Dynamic modulus (E') vs joint thickness (b) plot and joint strength (F) vs b plot for the system, brass/PVAc at some different conditions of heat-treatment of the joint

bar-specimens were prepared by heat-treating the bars under a load of 611 g/cm² and under a few different conditions of heating period and temperature. The dynamic modulus E' and the tensile strength F of the joints were measured in their relation to the joint thickness b.

As seen from the results shown in fig. 3, in which the E' vs b plots are compared with the corresponding F vs b plots, the dynamic modulus E' increases, while the tensile strength F decreases, as the joint thickness b increases, irrespective of the heat-treating conditions of the adhesive joint; that is, E' and F show an opposite trend of change with the increase of joint thickness.

It is generally believed that the bond strength which rises as the thickness decreases drops off again in very thin films – probably due to the effect of the so-called starved joints – so that an optimum joint thickness exists.

Even if no such maxima are apparent in the F–b plots of fig. 3 in the range of the joint thicknesses studied, it may be possible that such an optimum thickness exists around $b = 0.01$–0.02 mm, below which the dynamic modulus drops off markedly.

Now, if the results are graphically represented as the E' vs F plot with the joint thickness b as its parameter, irrespective of the heat-treating conditions, E' is found to rise smoothly with the increase of F as shown by fig. 4 for each of the joint thicknesses which are supposed to be in the range beyond the optimal thickness.

In fig. 4 together with the results for the system, brass/PVAc, those for the system,

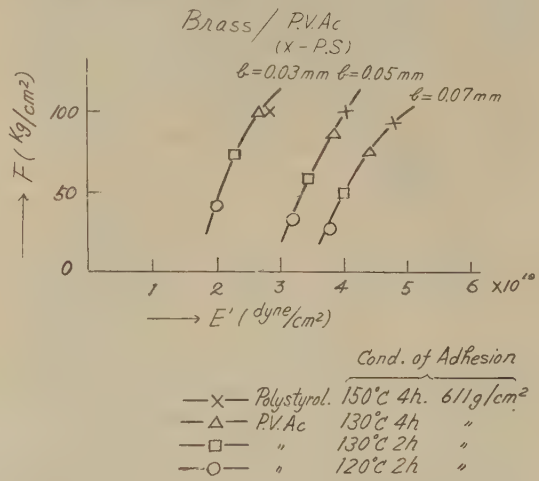


Fig. 4. E' vs F plot with the joint thickness b as its parameter, for the system brass/PVAc

brass/polystyrene ($P = 1500$, heat-treated at 150° C for 4 hrs.) are also given. It can be seen from fig. 4 that each of the points of the latter system lies almost exactly on the E' – F curve obtained at the corresponding joint thickness. Thus from the results it may be suggested that a close correlationship always exists between E' and F, irrespective not only of the heating conditions but also of the type of adhesives used.

b) The system, stainless steel/PVAc with different amounts of ZnO added

The results of measurements of E' and F for the system, stainless steel/PVAc with different amounts of ZnO added and heat treated at 150° C for 4 hrs under a load of 611 g/cm² are shown in fig. 5–6. In this case, as against the case a) where the heating conditions are varied, not only E' but also F increase with the increase of the joint thickness b for each of the amounts of ZnO

added, although the rate of increase of F with the increase of b is, generally, much lower as compared with that of E', with the exception of the joint of the ZnO content 24% (fig. 6). However, in this case the same as in the case of a), E' goes always parallel with F, when they are measured at a fixed joint strength, independently of the amount of ZnO added, as shown by the E' vs F plot for a fixed thickness $b = 0.05$ mm (fig. 7).

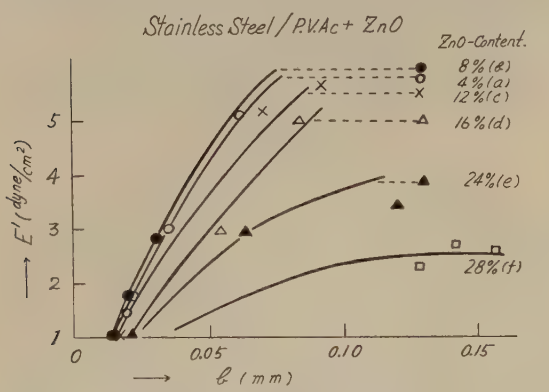


Fig. 5. E' vs b plot for the system stainless steel/PVAc with different amounts of ZnO added

Moreover, even when as the adhesive quite a different type of polymers such as polystyrene or shellac was used, the values of E' and F lie almost exactly on the $E' - F$ correlation curve which was obtained with the same adherends (stainless steel) but with a different amount of ZnO added.

However, such a correlation $E' - F$ curve seems to be typical of each of adherend materials; for instance, the $E' - F$ curve for brass as the adherends seems to represent itself as a curve, quite different from the one for stainless steel as the adherends (fig. 7).

From the results obtained, it is indicated that the dynamic modulus E' of an adhesive joint is in such an intimate correlationship with the bond strength that a single correlation curve can be obtained, irrespective of the type of adhesive and of the conditions of adhesion employed, so long as comparison is made of E' and F 1. at a fixed joint thickness in a certain range of the latter and 2. for each of the adherends used. In the range of our experimental results for stainless steel as the adherends the increase in the value of E', $\Delta E' = 1 \times 10^{10}$ dyne/cm² corresponds approximately to the increase in F, $\Delta F = 90$ kg/cm².

Thus resonant bar method for determining the dynamic modulus of adhesive joint seems to offer possibilities for use as a non-destructive quality test, with applications to other adhesive-adherend systems as well.

Fig. 8 shows the results of E' and F of adhesive joints as a function of the ZnO content in PVAc used as the adhesive. The similar trend of the two curves, both having maxima around 8% ZnO content, is of interest in considering the mechanism of fillers, which will be referred to later.

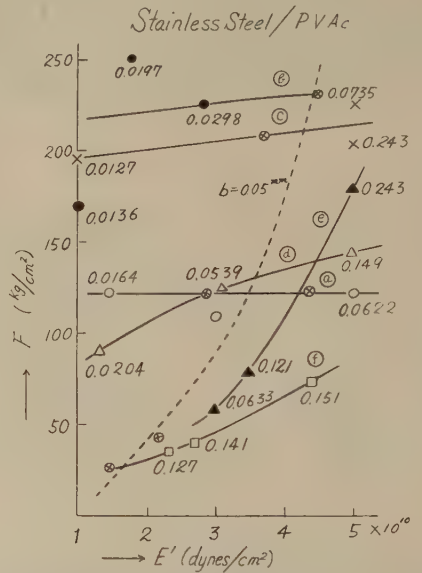


Fig. 6. E' vs F plot for the system stainless/PVAc with different amounts of ZnO added, where the numbers on the points of curves represent the joint thickness

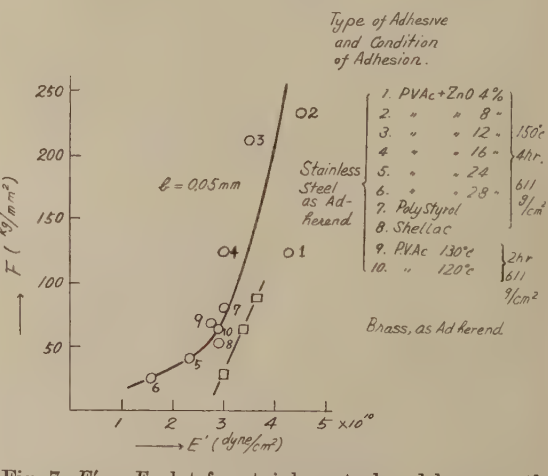


Fig. 7. E' vs F plot for stainless steel and brass as the adherend at a fixed joint thickness ($b = 0.05$ mm)

2. *Results of tan δ*

a) The system, brass/PVAc

The results of tan δ obtained at the experimental conditions similar to those of 1, a) are shown in fig. 9.

From the general trend of the tan δ – thickness curves (fig. 9), aside from somewhat large scatter in results, it may be inferred that:

1. the mechanical loss tan δ, as against E' hardly depends on the thickness of adhesive layer and that

2. according to the rise of E' and F, as the condition of adhesion is varied, tan δ lowers at each of the joint thicknesses studied so that the results of tan δ, obtained at the conditions where maximum of E' as well as F is obtained, i. e. at the best condition of adhesion, show lowest values.

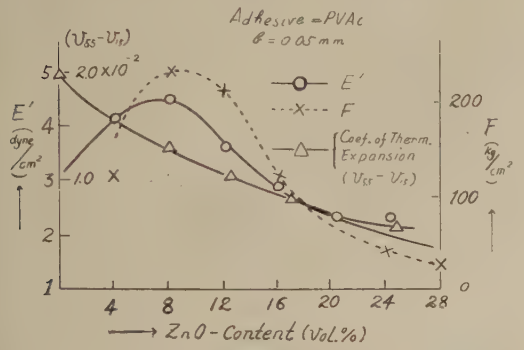


Fig. 8. E', F and coefficient of thermal expansion of adhesive joints as a function of ZnO content in PVAc used as the adhesive for the system, stainless steel/PVAc + ZnO

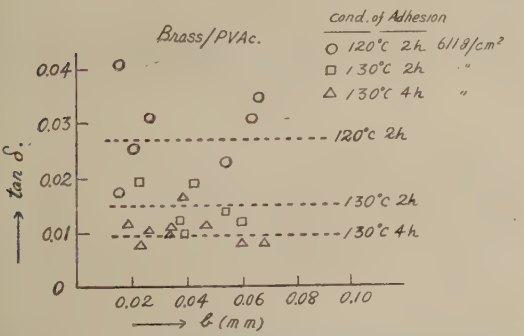


Fig. 9. tan δ vs b plot for the system, brass/PVAc at a few different conditions of heat-treatment of the joint

b) The system stainless steel/PVAc with various amounts of a plasticizer (D.B.P.) added

Also in this case similarly as in the results of a), it was found that

1. the value of tan δ of adhesive bond, obtained for each of the plasticizer contents hardly depends on joint thickness and that

2. as E' and F lower with the increase of the amount of the plasticizer (D.P.B.) added, tan δ tends to increase.

In fig. 10, the results obtained by varying the condition of adhesion [case a)] and those

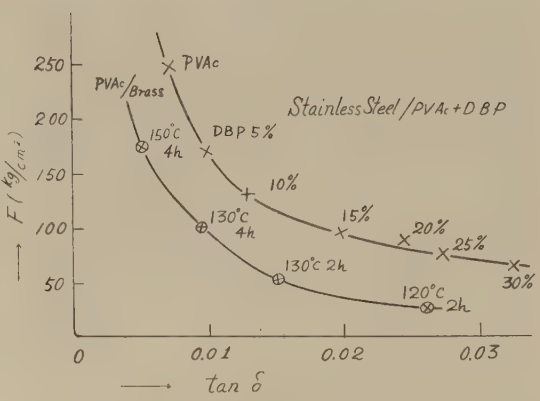


Fig. 10. F vs tan δ plot at a joint thickness $b = 0.05$ mm for the system, brass/PVAc at a few different conditions of heat-treatment of the joint, as well as for the system, stainless steel/PVAc with different amounts of a plasticizer (D.B.P.) added

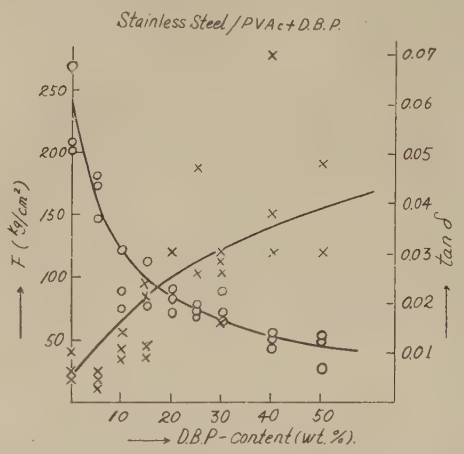


Fig. 11. F vs plasticizer (D.B.P.)—content plot and tan δ vs plasticizer-content plot for the system, stainless steel/PVAc + D.B.P.

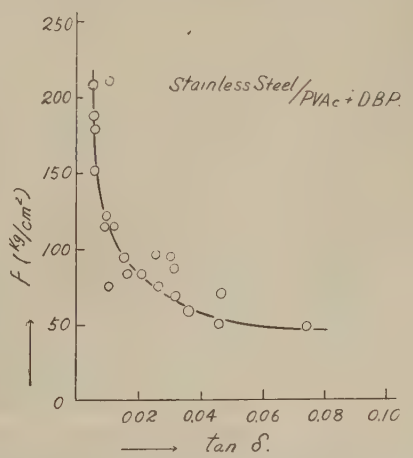


Fig. 12. F vs tan δ plot at a fixed joint thickness $b = 0.05$ mm for the system, stainless steel/PVAc, obtained irrespective of plasticizer content and of condition of heat-treatment of the joint

obtained varying the amount of the plasticizer added [case b)], both being measured at a definite joint thickness 0,05 mm, are graphically represented as F vs tan δ plot. As seen from fig. 10, a close correlationship is found to exist between tan δ and F, when they are measured at a fixed joint thickness irrespective of the adhesion condition used and of the amount of plasticizer added, although such a correlation curve seems to be typical of each of adherend materials used, quite similarly as in the $E' - F$ relation referred to above.

In fig. 11, the results of the system b) are graphically represented as F vs plasticizer-content and tan δ vs plasticizer-content plot, and in fig. 12 all the results of tan δ of this system, irrespective of the plasticizer content and of the condition of heat-treatment of the joint, are plotted against F, both F and tan δ being measured at a fixed joint thickness 0,05 mm.

It follows from the results that the mechanical loss, tan δ, of an adhesive bond is so intimately correlated with the bond strength that a single tan $\delta - F$ correlation curve is obtained, similarly as with the dynamic modulus E', independently of the kind of adhesive and of the condition of adhesion employed, so long as comparison is made of tan δ and F 1. at a fixed joint thickness (in a certain range of the latter) and 2. for each of adherends used.

Thus results indicate that the mechanical loss as well as the dynamic modulus of adhesive joints obtained by our acoustic method seem to offer a measure with which the non-destructive quality test of the bond can be estimated.

Discussion

Concerning the trend of the change of joint strength as a function of joint thickness, having a maximum of strength at a certain joint thickness, experimental observations (5) have hitherto been made of various adherend-adhesive systems and many theories (6) have been proposed. However, it is very difficult to explain such a trend of the $F - b$ curves in its relation to that of the $E' - b$ or tan $\delta - b$ curves, especially the peculiarity that, beyond a certain limit of the joint thickness, notwithstanding that F decreases with the thickness, E' increases and approaches asymptotically to equilibrium, while tan δ hardly depends on the thickness. Also the close correlationships E' vs F and tan δ vs F at a fixed joint thickness are not easy to be explained.

In order to elucidate the physical meaning of these results, at least the temperature as well as the frequency dependency of dynamic properties of an adhesive bond must be investigated in comparison with those of the bulk polymer making the bond, and such investigations must be undertaken, taking account of the distribution of internal stresses in the bond such as those at edges of the joint or around internal weak spots in the joint.

As we expect to consider in some coming papers some results of our investigations with reference to such a problem, we shall here consider somewhat qualitatively the results obtained, especially as regards the $E' - F$ correlationships and the effect upon them of ZnO added, taking into consideration the fact that such correlations found between E' and F, and tan δ and F of an adhesive joint are empirical relations observed 1. at a fixed joint thickness in a certain range of thickness larger than the optimal thickness and moreover, 2. at conditions where the type of failure is always cohesional failure.

In view of the fact that the mechanical loss measured at high frequencies ($> 10^4$ cps) reflects in general a non-homogeneous distribution of stress within metals or polymeric materials (6, 7), it is quite natural to expect that the joint strength decreases as tan δ of the joint increases as shown by our tan δ vs F plots (fig. 10 and fig. 12).

If orientation of polymer chains and formation of compact structure on the surface of adherends due to the so-called long range molecular forces by *McBain* and *Lee* (8) are assumed to be acceptable, our experimental results, that the bond strength F rises as dynamic modulus E' of the joint increases, may be also explained, so long as comparison is made of E' and F at a fixed joint thickness in the range of the latter larger than the optimum thickness, where cohesive failure is always observed; especially in view of the consideration that molecular chains in such a field of adherend surface run parallel to the field of breaking load. However granting that such a close molecular structure is a controlling factor for adhesion strength, it is difficult to explain why E' tends to increase with the increase of joint thickness, because we should expect that with the increase of joint thickness the relative portion of such a compact structure and accordingly E' would decrease.

As residual stresses in the bond exert a determining influence upon the joint strength, in considering the joint strength one must take into account such factors that are capable of dissolving or relaxing these stresses.

Possible internal stresses in the bond may be divided broadly into two categories:

a) those developed uniformly at edges of adhesive joint (8), that is, those arising from differential straining of joined members, from excentricity of external loading, or from differential expansion or contraction of adhesive relative to that of adherends and

b) those developed around cavitites or flaws distributed in the bond (10).

It is generally known that the strength of adhesive bond tends to show a maximum at a proper amount of fillers added. This is also shown by our experimental results observed of the system, brass/PVAc (fig. 8). In fig. 8 the result of the volumetric thermal expansion of a well annealed PVAc at 55° C relative to that at 15° C $v_{55} - v_{15}$ is also plotted against ZnO content of the joint. The data indicate that the thermal expansion of PVAc lowers smoothly as the amount of ZnO increases.

As the factors affecting the joint strength and increasing their effect with the amount of ZnO added, the following two are to be considered:

a) the lowering of the coefficient of thermal expansion or contraction of the adhesive layer having in general a much larger coefficient as compared with metal adherend, and accordingly the decrease of the differential volume change of adhesive relative to adherends (the relieving of internal stresses at the joint edges) and

b) the decrease of the relative amount of polymer and accordingly the breaking of the phase continuity of polymer structure.

As the result of these two opposing factors [that is, the factor causing the increase of joint strength a) and that decreasing it b)], a maximum of joint strength is supposed to occur when a certain amount of ZnO is added. The maximum observed around 8% ZnO content may thus be explained.

However, that a maximum of strength is shown by a proper amount of fillers added is not only a property of an adhesive joint but also of the polymer itself making the joint, i. e. a bulk property of the polymer free from the adherends. Therefore, in order to explain the occurence of this maximum bulk strength, one must take into account, beside the factor b), some other factors causing the increase of the strength. The following may be one of the possibilities:

c) the orientation of polymer segments around the force field of surface of finely and uniformly distributed filler particles followed by the formation of a compact polymer structure.

The trend of the two curves, F vs ZnO and E' vs ZnO, of fig. 8 running nearly parallel

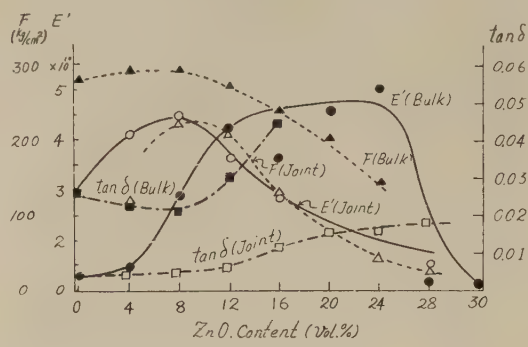


Fig. 13. E' (F) vs ZnO-content in PVAc plot for the joint, steel/PVAc + ZnO, in comparison with the corresponding E (F) vs ZnO plot of the bulk polymer making the joint

with each other seem to speak that the factor c) may play an important role also in the case of adhesive joint.

As regards this matter it is of interest to note that the maximum of E' of the bulk polymer exists generally at somewhat higher amount of the fillers added as compared with that of the adhesive joint made of the same polymer; for the system PVAc – ZnO, this being observed around 20% as against 8% in the case of the joint, stainless steel/PVAc – ZnO (see fig. 13).

This shift of maximum to lower ZnO content in the case of adhesive joint must be traceable to some factors relating to the presence of the adherend (such as the *Mc-Bain-Lee*'s long range forces or the factor a) given above). But is it very difficult to explain.

In the above consideration, as the effect of fillers in causing the relieving of residual stresses at the joint edges, only that effecting the lowering of the coefficient of thermal expansion has been considered. As a further

factor causing the relieving of residual stresses, d) that due to annealing of adhesive polymer must be considered.

The following experimental results obtained in our laboratory (11) may give a hint to such a problem.

A series of PVAc films having each different amount of ZnO was prepared by pouring solutions of the PVAc used for the adhesion experiments ($P = 1700$) in aceton, to which various amounts of ZnO had been added, upon a glass plate, air drying and then

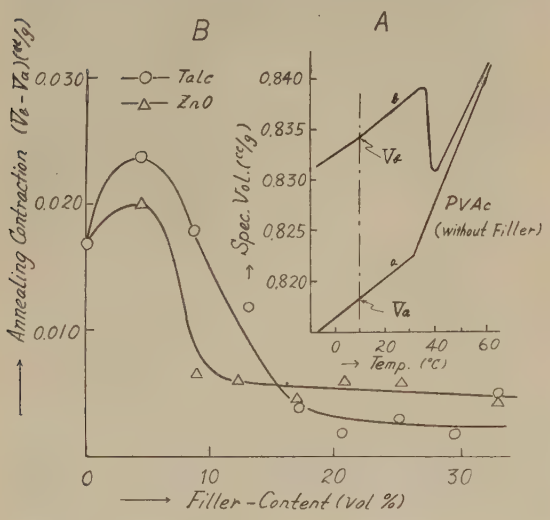


Fig. 14a. Specific volume (v) vs temperature (T) plot of PVAc

Curve a	V-T-heating curve before annealing
Curve b	V-T-cooling curve after annealing
V_b, V_a	Specific volume before and after annealing respectively
$V_b - V_a$	"Annealing contraction"

Fig. 14b. The "annealing contraction" of PVAc as a function of the amount (vol. %) of fillers added

by vacuum drying. Through the strong adhesive force of the system glass/PVAc and the contraction of the film, residual stress of various intensities, according to the amount of ZnO added, is expected to develop at the film edge. In such a manner a series of films having various degrees of residual stresses at the edge was prepared; in the manner, in which residual stresses are developed at the edges, the state of the film resembles that of the joints used for the adhesion experiments.

The residual stresses retained in the film are for the most part easily relieved by heat-treating the film at a temperature above the glass transition temperature T_g of PVAc (ca. 28° C), that is, by annealing, and an abrupt thermal contraction occurs in a certain range of temperature beyond T_g. In fig. 14a curve a represents such a heating curve of the PVAc without filler.

Now, if the film, after being annealed in such a manner, is cooled down to a certain temperature below T_g, 15° C and its specific volume v_a is compared with that of the PVAc before the annealing v_b, a measure of the thermal concentration due to the annealing will be obtained. In fig. 14a, b is the cooling curve and $v_b - v_a$ indicates such a measure. In fig. 14b the curves represent $v_b - v_a$ (the "annealing contraction") as a function of the filler content for the system, PVAc–ZnO and PVAc–Talc.

As compared with the steady decrease of the coefficient of thermal expansion with the increase of the amount of ZnO up to about 30% of the latter added (see fig. 8), the "annealing contraction" shows rather an abrupt decrease and from a certain amount of the fillers added a further lowering is very slight. For instance, for the system PVAc–ZnO this "ultimate annealing contraction" is attained at about 8% ZnO added.

As in the actual bonding process heat-treatment or curing of the adhesive joint is always carried out at conditions corresponding to those where the "annealing contraction" takes place, the role of a filler effecting the lowering of such a contraction must have a practical meaning in the actual bonding process.

Thus in considering the effect of a filler affecting the joint strength, four factors must at least be taken into consideration:

a) The lowering of the coefficient of thermal expansion of the adhesive layer.

b) The lowering of the "annealing contraction" of the adhesive layer.

c) The formation of a compact polymer structure in the bond.

d) The breaking of the phase continuity of polymer structure as excess amounts of filler are added.

Of these the first two are effective in reducing the residual stresses at the joint edges and together with the factor c, they may possibly contribute to the increase of the bond strength, while the factor d is assumed to be the sole factor opposing the above three so that a maximum of the joint strength occurs.

As regards through what sort of mechanism the filler participates in decreasing the "annealing contraction" is not easy to explain. As we expect to consider more fully

such a matter in some separate papers on the basis of further experiments, we shall here touch upon it only briefly.

As is well known weak spots in a polymer structure (microscopic or submicroscopic flaws or the so-called "Lockerstellen") characteristic of polymer structure (12) are supposed to be the places, around which stress concentration occurs and possibly, from which the large "annealing contraction" originates.

From the sharp difference of the trend of curves between the thermal expansion vs ZnO plot (fig. 8) and the annealing contraction vs ZnO plot (fig. 14b), in reducing the annealing contraction some special mechanism of the filler distinguished from the simple lowering of the expansion coefficient (as observed in the case of the well annealed polymer) must be involved.

It is possible that the fine particles of filler retained in the frozen structure of polymer below T_g begins to be transferred by the segment motion of polymer chains caused by the heat treatment at temperatures just above T_g and thus the weak spots in the structure come gradually to be filled up; consequently the sign of the radii of curvature of the cavities is reversed so that the concentration of the residual stresses around the spots as well as the thermal contraction due to the presence of such cavities, is more and more reduced.

After the amount of the filler has been increased beyond a certain limit, where the weak spots are wholly filled up with the particles, only a steady and slight lowering of the "annealing contraction" corresponding to the decrease of the relative amount of polymer is expected, as shown by our experimental results (fig. 14b).

Summary

1. The dynamic elastic modulus E' and the loss factor tan δ of adhesive joints have been measured at a ultrasonic frequency of 50 kc/s by means of a coupled resonant bar method and the results of these resonance properties have been considered in their relation to those of the thickness b and the strength F of the joints.

From the results it was found that E' as well as tan δ are so intimately correlated with the bond strength F that a single $E' - F$ or tan $\delta - F$ correlation curve, typical of the adherend material, is obtained, independently of the type of adhesive and of the condition of adhesion employed, so long as comparison is made of the resonance properties and F at a fixed joint thickness b for each of adherends used.

2. The results indicate the possibility that the resonant method for determining the resonance properties of an adhesive joint can be used as a non-destructive quality test of the joint.

3. The results obtained as regards $E' - F$ and $E'(F) - b$ relationships, and the effect upon them of adding some fillers has been qualitatively considered, taking into account the residual stresses and their distribution in the adhesive joint.

Zusammenfassung

1. Der dynamische Elastizitätsmodul E' und der mechanische Verlust tan δ in Klebestellen wurden nach der *Nolle*schen Ultraschallwellen-Methode bei 50 kHz gemessen, und die Meßresultate dieser dynamischen Eigenschaften wurden in Beziehung mit denjenigen der Fugendicke gesetzt.

Es wurde gefunden, daß E' wie tan δ mit der Klebestellenfestigkeit F eng zusammenhängen, daß eine einzige für jeden Werkstoff typische E'/F- oder tan δ/F-Wechselbeziehung, unabhängig von den Klebstofftypen und den Klebebedingungen, gewonnen wird, vorausgesetzt daß die Resultate der dynamischen Eigenschaften (E' und tan δ) mit denjenigen der Klebestellenfestigkeit F bei einer bestimmten Fugendicke b für jeden Werkstoff verglichen werden.

2. Damit ist gezeigt, daß die Ultraschallwellen-Methode zur Bestimmung der dynamischen Eigenschaften in Klebestellen als eine zerstörungsfreie Werkstoffprüfungsmethode verwendet werden kann.

3. Die Resultate in bezug auf die E'/F- und $E'(F)$-b-Kurven und der Einfluß von einigen den Klebstoffen zugesetzten Füllstoffen wurden unter Abschätzung von eingefrorenen Spannungen und deren Verteilung in Klebestellen qualitativ betrachtet.

References

1) *Dietz, A. G. H., J. Closman, G. M. Kavanaugh* and *N. J. Rossen*, A.S.T.M. Proc. **50**, 1414 (1950).

2) *Nolle, A. W.* and *P. J. Westervelt*, J. Appl. Phys. **21**, 304 (1950).

3) *Zacharias*, J., Phys. Rev. **44**, 116 (1933).

4) *Siegel, S.* and *S. L. Quimby*, Phys. Rev. **49**, 663 (1936).

5) *Koehn, G. H.*, Adhesion and Adhesives, Fundamentals and Practice (Soc. Chem. Ind.) (New York 1954) 125.

6) *Bartusch, W.*, Kunststoffe **40**, 274 (1956); *Bikerman, J. J.*, Surface Chemistry for Industrial Research (New York 1948), 361; *Meissner, H. P.* and *G. H. Baldauf*, Trans. Amer. Soc. Mech. Engrs. **73**, 697 (1951); *Kanamaru, K.*, Journ. Japan Soc. for Testing Materials **7**, 441 (1958); Chem. and Ind. **11**, 466 (1958).

7) *Stephens, R. H.* in: *Stanford, E. G.* and *J. H. Fearon*, Progress in Non-Destructive Testing, Vol. I (London 1958), 167.

8) *McBain, J. W.* and *W. B. Lee*, J. Phys. Chem. **32**, 1178 (1928); Proc. Roy. Soc. (London) A **113**, 606 (1926).

9) *De Bruyne, N. A.* and *R. Houwink* in: Adhesion and Adhesives (London, 1951), 91–121.

10) *Mylonas, C.*, Proc VIIth Intern. Congr. Appl. Mech. **4**, 147 (London 1948).

11) Presented at the 12th Annual Meeting of the Chem. Soc. of Japan.

12) *Smekal, A.*, Handbuch der Physik 24^{II} (Berlin 1933); *Houwink, R.* in: The Phenomena of Polymerization and Condensation (London 1935), 127.

From the Department of Colloid Science, University of Cambridge, Cambridge (England)

Studies on the Mechanism of Coagulation

Part 2. The Electrophoretic Behaviour of Positive Silver Iodide Sols in the Presence of Anionic Surface Active Agents

By R. H. Ottewill and A. Watanabe)*

With 7 figures and 2 tables

(Received August 27, 1959)

Introduction

In Part I of this series the stability (W) of positive silver iodide sols was measured in the presence of anionic surface active agents at various concentrations and the form of the log W against log c curves obtained compared with those expected theoretically (1). In order to test the theory more extensively measurements are also required of the changes in potential produced by variations of surface active agent concentration. Ideally, to provide a complete test of the theory originally proposed (2) measurements of *Stern* potential ψ_δ are required. However, at the present time such measurements would not seem a very practical possibility for sol particles, although some estimations of this potential have been made from double layer capacity measurements on silver iodide suspensions (3). The most readily accessible potential, from the practical point of view, is the ζ-potential, and despite the practical difficulties of interpretation (4) this quantity provides a useful measure of part of the potential drop within the double layer. Moreover, as the potential drop becomes small, i.e. near the zero point of charge, the reasonable assumption can be made that ψ_δ and ζ have a similar identity.

In the present work the ζ-potentials of positive silver iodide sols have been measured by microelectrophoresis under the same conditions of surface active agent as used for stability measurements. From a combination of both sets of measurements curves of log W against ζ have been constructed thus enabling a more detailed test of the theoretical treatment to be obtained.

Experimental

All the materials used were the same as those described in Part I.

Microelectrophoresis

Apparatus

Electrophoretic measurements were carried out using an apparatus based on the design of *van Gils* and *Kruyt* (5). The cell consisted of a thin cylindrical Pyrex glass capillary of inner radius 1.185 mm, and of wall thickness 0.160 mm. The electrodes were spirals of platinized platinum set about 5 cm. apart; a constant potential of 15 volts was applied across them. Under these conditions, which were normally employed, a field strength of 2.44 volt cm^{-1} was obtained. The latter was determined from the current passing through the cell when it was filled with a standard 10^{-3} M silver nitrate solution (specific conductance 0.00012 ohm^{-1} cm^{-1}). It was found effective to short circuit the electrodes for a short period between measurements in order to ensure depolarization. The cell was immersed in a water bath which could be thermostatted if required. In the present work all measurements were carried out at room temperature (20 ± 1 °C).

Fluoride Treatment of the Cell

According to *Davies* and *Holliday* (6), the mobility of positive silver bromide particles is strongly influenced by the silicate ions dissolved from the glass wall of the cell. In order to obtain reproducible mobility measurements, these authors washed the cell with hydrofluoric acid; this treatment converts the soluble silicate ions of the cell surface into insoluble fluosilicate.

As a similar situation appeared to occur in the case of positive silver iodide sols, the following treatment was carried out before each series of mobility measurements. After washing with about 200 ml of warm distilled water, the whole cell was filled with an approximately 10^{-3} M sodium fluoride solution which contained a small amount of hydrofluoric acid, i. e. the solution was adjusted to p_H 3.5. This mixture was left in the cell for 30 minutes after which it was washed thoroughly with about 1 litre of distilled water.

Stationary Level

The stationary level was located in the manner described elsewhere (7). As also ascertained there, in view of the optical conditions employed, corrections due to refraction of the incident light beam at the glass-liquid interface were negligible.

In measurements with highly adsorbable materials such as surface active agents it is found that the electro-osmotic velocity at the wall of the cell changes with the concentration of surface active agent employed. It was checked experimentally, however, that even though the electro-osmotic velocity at the wall changed the plots of mobility against $(r/a)^2$ remained linear (r = distance from measuring point to the axis of the

*) Present address: Institute for Chemical Research, Kyoto University, Kyoto (Japan).

tube) and the mobilities obtained at the stationary level were not influenced by the changes in electro-osmotic velocity which occurred at the surface of the tube.

Mobility Measurements

Measurements were made at the stationary level and at two other levels in order that the value at the stationary level could be checked by interpolation. The mobility values used for the calculation of ζ-potential were the average of twenty readings of particle velocities; the polarity of the applied potential was reversed for each set of readings. The accuracy of the mobility varied according to conditions but was usually high. In a few cases slight changes with time were observed which were attributed to some desorption during coagulation.

Calculation of ζ-Potential

The ζ-potential was calculated from the observed mobility, as described earlier (7), using the *Overbeek* formula (8) which includes corrections for relaxation and the *Henry* effect. The ionic mobility of all ions was taken to be 70 ohm^{-1} cm^{-1}.

Results

The ζ-Potential of Positive Silver Iodide Sol Particles in the Absence of Surface Active Agents

The experimental value obtained for the mobility at $p_{Ag} = 3$, and $\tau = 1.23$ was 4.7 μ/sec/volt/cm. Calculation of the ζ-potential from this value, after correction for the relaxation effect, gave 140 mV. This value is high compared with that obtained by other authors, for example *Troelstra* and *Kruyt* (9) gave 50 mV and *Gorochovsky* (10) gave 43 mV; the latter value was uncorrected for the relaxation effect and no attempt was made by either set of authors to remove silicate ions from the system. Recently, however, *Mirnik* et al. (11) have measured the mobility of silver iodide sol particles at various p_{Ag} values using an *A.C.* method. According to the mobility against p_{Ag} curve given by them, the mobility at p_{Ag} 3 is 4.8 μ/sec/volt/cm, which is in very good agreement with the present work.

The ζ-Potential of Positive Silver Iodide Sol Particles in the Presence of Surface Active Agents

In fig. 1 are given the ζ against log concentration of surface active agent curves for alkyl sulphates of different chain length, namely, STS, SDS and SDeS. In fig. 2 the curves are given for three different sulphonates, Manoxol OT, SDBSO and SDSO, and in fig. 3 the curves for three materials of different head groups but the same chain length, i.e. sulphate, sulphonate and phosphate.

Generally, as the surface active agent concentration is increased the ζ-potential remains practically constant until a certain concentration is reached, after which it gradually decreases to zero with increasing gradient. The potential then reverses its sign and finally approaches a limiting negative value, which seems to differ for each surface active agent. If the concentration is increased still further a sudden increase of negative potential appears to occur in the neighbourhood of the critical micelle concentration. This can be clearly seen on the curves for SDS and SDBSO (fig. 1 and 2).

It is clear from fig. 1 that the curves for the three different alkyl sulphates are almost parallel to each other and that the position of the zero point of electrokinetic charge is shifted to lower concentrations for the longer

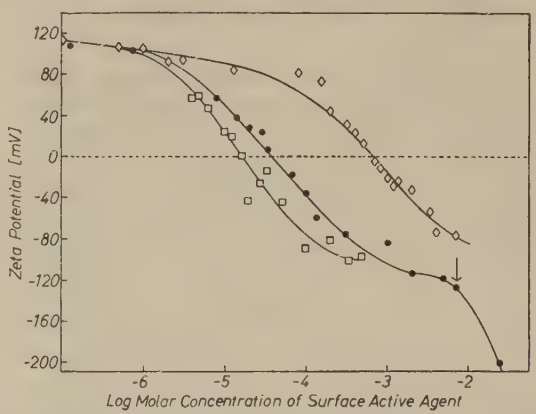


Fig. 1. ζ against log c curves; □ STS; ● SDS; ◇ SDeS. ↓ c.m.c for SDS in water

chain lengths. This is in keeping with the order of adsorption being STS > SDS > SDeS and the shift is therefore in the direction expected theoretically for decreasing values of k_2 [2]. The parallelism of the curves in the region of the zero point of charge has been predicted theoretically and it is interesting to observe that the agreement between theory and experiment is better in the case of anionic surface active agents than in the case of cationic materials (12).

A similar situation appears to occur for two of the alkyl sulphonates, SDSO and SDBSO, the curves being nearly parallel at $\zeta = 0$; the shift to the lower concentration for SDBSO suggests that this material is much more strongly adsorbed than SDSO.

On the other hand, for materials of the same chain length but different head group the slopes of the ζ against log c curves appear

to vary. The curves cross the $\zeta = 0$ axis at different concentrations, suggesting the order of adsorption, sulphate > phosphate > sulphonate, and then converge to almost the same value of ζ at high concentrations before another steep increase (in the negative direction) occurs near the critical micelle concentration.

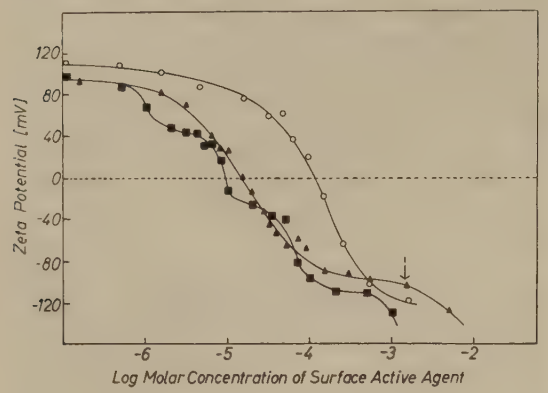


Fig. 2. ζ against log c curves; ■ Manoxol OT; ▲ SDBSO; ○ SDSO. ↓ c.m.c. for SDBSO in water

The curve for Manoxol OT shows a rather complicated behaviour and bears a marked similarity to the curve obtained in previous work (7) for a negative silver iodide sol in the presence of 1 : 10 dipyridinium decane bromide. Both these compounds appear to have a complicated mechanism of adsorption on the silver iodide surface, which is probably connected with the two chains in the former case and the presence of charged head groups at both ends of the alkyl chain in the latter case.

Evaluation of N_1 and k_2

With the exception of Manoxol OT, the ζ against log c curves appear to be of the general shape predicted theoretically [2]. Hence by assuming that only a single adsorbed layer has formed up to $\zeta = 0$, we can use the equation derived earlier to determine the value of the maximum number of available

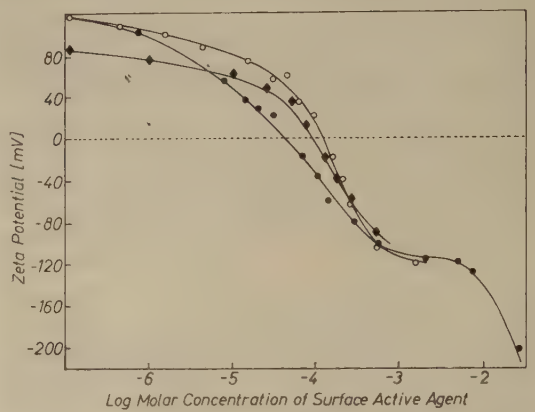


Fig. 3. ζ against log c curves; ♦ DHP; ● SDS; ○ SDSO

sites N_1 and the adsorption constant k_2, by writing this in the form

$$\left(\frac{d\zeta}{d\log c}\right)_{\zeta=0} = 2.303\,\zeta^*\left[\frac{\zeta^*\,\varepsilon(1+\tau)}{4\pi a e N_1} - 1\right]. \quad [1]$$

Moreover,

$$\frac{1}{c^0} = k_2\left[\frac{4\pi a e N_1}{\zeta^*\,\varepsilon\,(1+\tau)} - 1\right], \quad [2]$$

where c^0 = the concentration of surface active agent at $\zeta = 0$ and e is the fundamental charge on the electron. The data obtained for the different surface active agents are given in table 1. The variation in the value of N_1 is small and is in accord with the view that the same surface sites are occupied by all materials. For comparative purposes the critical micelle concentrations of the various surface active agents in water are given, where available. For materials of the same head group the value of k_2 appears to increase fairly re-

Table 1

Data for the Adsorption of Anionic Surface Active Agents at $\zeta = 0$. $\zeta^* = 0.140$ volt, $\tau = 1.23$, $a = 100$ Å, $\varepsilon = 80$

Surface Active Agent	$\left(\frac{d\zeta}{d\log c}\right)_{\zeta=0}$ volt	c^0 M	N_1 cm^{-2}	k_2 litre/mole	c.m.c. in water at 25 °C M	Reference
SDeS	— 0.096	$3.98 \cdot 10^{-4}$	$1.94 \cdot 10^{13}$	$6.80 \cdot 10^{3}$	$3.6 \cdot 10^{-2}$	(13)
SDS	— 0.096	$4.21 \cdot 10^{-5}$	$1.94 \cdot 10^{13}$	$6.41 \cdot 10^{4}$	$7.6 \cdot 10^{-3}$	(13)
STS	— 0.096	$1.68 \cdot 10^{-5}$	$1.94 \cdot 10^{13}$	$1.61 \cdot 10^{5}$	$2.3 \cdot 10^{-3}$	(13)
SDSO	— 0.182	$1.20 \cdot 10^{-4}$	$2.91 \cdot 10^{13}$	$7.93 \cdot 10^{3}$	$8.5 \cdot 10^{-3}$	(14)
SDBSO	— 0.144	$1.45 \cdot 10^{-5}$	$2.48 \cdot 10^{13}$	$9.17 \cdot 10^{4}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$*)	(15)
Manoxol OT	— 0.182	$9.50 \cdot 10^{-6}$	—	—	—	
DHP	— 0.136	$9.50 \cdot 10^{-6}$	$1.62 \cdot 10^{13}$	$7.35 \cdot 10^{4}$		

*) at 60 °C.

gularly as the critical micelle concentration (c.m.c.) decreases.

The Log W against ζ Curves

In part I of this series curves of log W against log c were obtained and since in the present work curves of ζ against log c were determined, it was possible to construct curves of log W against ζ, thus enabling the theory developed earlier (2) to be examined further.

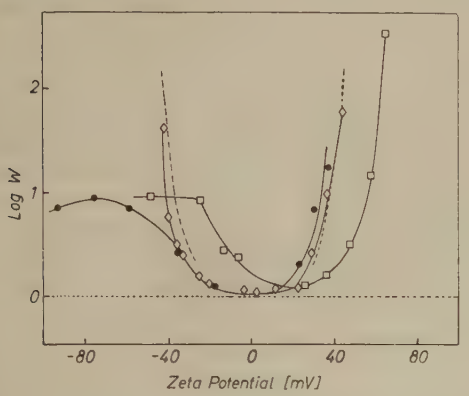


Fig. 4. Log W against ζ curves; □ STS; ● SDS; ◇ SDeS. — — — Theoretical curve for $a = 100$ Å, $\tau = 1.23$, $A = 3 \cdot 10^{-12}$ erg

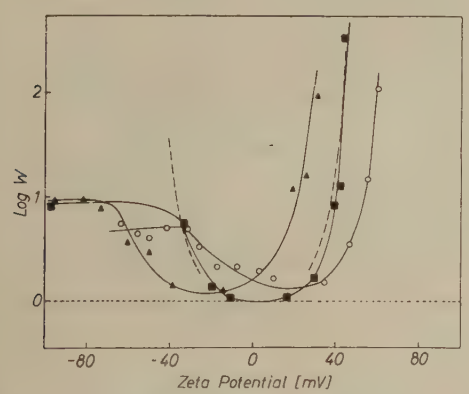


Fig. 5. Log W against ζ-curves; ■ Manoxol OT; ▲ SDBSO; ○ SDSO. — — — Theoretical curve for $a = 100$ Å, $\tau = 1.23$, $A = 3 \cdot 10^{-12}$ erg

In fig. 4 and 5 are given the curves of log W against ζ for alkyl sulphates and sulphonates respectively, and in fig. 6 are given the curves for dodecyl compounds with different head groups. The dotted curve shown in each figure is the theoretical curve calculated for $a = 100$ Å, taking $\tau = 1.23$ and $A = 3 \cdot 10^{-12}$ erg. The shape of the experimental curve is in good agreement with the theoretical curve, although almost all the experimental curves are shifted with respect to the ζ-axis, i.e. the minimum value of W does not always occur at $\zeta = 0$, and the minimum value of log W is not always zero; similar deviations were observed with negative sols in the presence of cationic surface active agents (7). It is a remarkable fact that even in the case of Manoxol OT, where the ζ against log c curve has rather a peculiar stepped form, the experimental log W against ζ curves agree with the theoretical curve, and moreover, the agreement seems to be better than with the other anionic suface active agents. In the range of negative ζ-potential the experimental values of log W are lower than the theoretical values except in the case of SDeS. As has been discussed earlier (1, part I) the lowered stability in this range could be explained on the basis of interaction with associated units of surface active agent; in the case of SDeS it is possible that the critical micelle concentration is sufficiently high that this situation

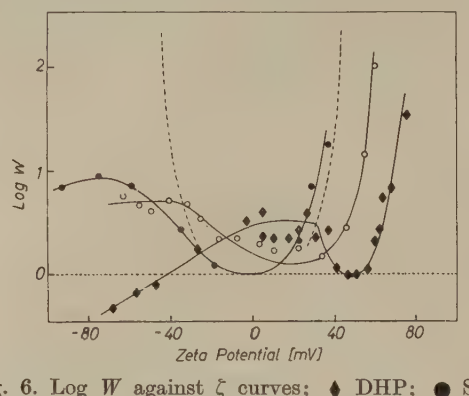


Fig. 6. Log W against ζ curves; ♦ DHP; ● SDS; ○ SDSO. – – – – Theoretical curve for $a = 100$ Å, $\tau = 1.23$, $A = 3 \cdot 10^{-12}$ erg

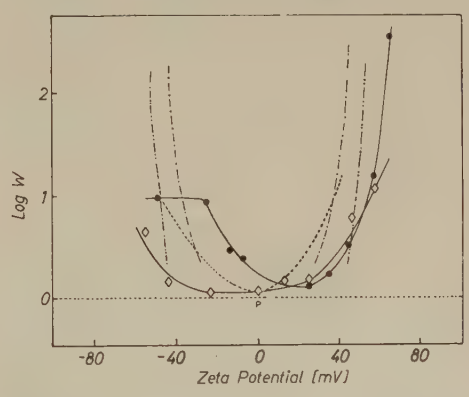


Fig. 7. Log W against ζ curves for STS at different ionic strengths, ● $\tau = 1.23$, ◇ $\tau = 3.00$. Theoretical curves for $a = 100$ Å, $A = 3 \cdot 10^{-12}$ erg; – · – · – $\tau = 1.23$; – · · – · · – $\tau = 3.00$. — — — Experimental curve for $\tau = 1.23$ displaced so that minimum occurs at P

does not occur over the concentration range investigated.

A further check on the theory was carried out by examining the form of the log W against ζ curve at two different values of τ, namely 1.23 and 3.00; the results are given in fig. 7. In the same figure are given the corresponding theoretical curves for these τ values, calculated with $A = 3.10^{-12}$ erg. Although the agreement between the experimental and theoretical curves for $\tau = 3.00$ is not quite so good as at $\tau = 1.23$, it is clear that the effect of increasing τ is to decrease stability for the same value of ζ, and thus broaden the stability minimum.

Discussion

The Adsorption of Surface Active Agents. Adsorption of the First Layer

The values of N_1 and k_2 obtained from the experimental data (table 1) provide useful information about the mechanism of adsorption of the first layer of surface active agent. It appears a very probable assumption that the initial adsorption of surface active ions takes place on the positively charged sites of the silver iodide surface; probably, at points on the surface occupied by potential determining silver ions. The values of N_1 obtained for the different anions are reasonably consistent and confirm that the surface sites are essentially the same for each case. However, it is clear, from the fact that the ζ against log c curves show a reversal of sign of ζ, that the maximum number of sites is greater than the surface excess of silver ions. It would appear probable therefore that at certain concentrations, the surface active agent may adsorb directly on to the surface, by the head group, at sites other than those occupied by potential determining ions. It is possible that there is a slight variation of N_1, with the nature of the head group, as might be expected if sites other than those occupied by potential determining ions are being occupied, but it is doubtful whether the absolute accuracy of N_1 is good enough to give certainty to this fact; it is significant, however, that the values appear to be independent of chain length.

In table 2 the areas occupied by the surface active anions, when all N_1 sites are covered, are given; the values obtained are approximately twenty times larger than would be expected for a closely packed vertically orientated monolayer.

Table 2

Adsorption of the First Layer of Anionic Surface Active Agent

Surface Active Agent	Area/molecule sq. Å	Area molecule for monolayer sq. Å	$-\Delta G$ cal./mole
SDeS	516	27	7,560
SDS	516	27	8,880
STS	516	27	9,410
SDSO	344	27	7,650
SDBSO	404	27	9,080
DHP	617	26	8,940

From the data of *Mackor* (16) the area occupied by one potential determining ion at p_{Ag} 3 is found to be, by extrapolation 800 Å^2, a value slightly larger than the average value of 490 Å^2 found for the adsorbed surface active ions. However, in view of the fact that the silver iodide phase is in reversible equilibrium with the ions in solution it is possible that as surface active agent is adsorbed on one potential determining site an additional potential determining ion will be adsorbed; this will occur until the adsorbed layer renders the system irreversible. On this basis the areas obtained may be considered as consistent with the idea that primary adsorption occurs on the potential determining ion sites, with the possibility that some additional adsorption occurs directly onto the crystal surface. It is clear that these values all suggest that the adsorbed film is a very sparse one in the neighbourhood of the zero point of ζ-potential. The areas obtained would be in accordance with the view that the surface active ion was lying nearly flat on the surface in this region as might be expected owing to the hydrophobic nature of the hydrocarbon chain.

Certain similarities exist between the situation which occurs on silver iodide in the presence of surface active ions and that which occurs at the mercury electrode in the presence of ions which are specifically adsorbed, e.g. bromide, iodide, etc. The extent of adsorption is found to be much greater than that expected from the surface charge of the mercury surface. Moreover, even at the zero point of charge (electrocapillary maximum) specific adsorption of ions takes place (17); in the case of specific adsorption of anions to the mercury surface the ionic radius appears to be the main factor determining the adsorbability (18). This suggests that it would not be unusual for the specific adsorption of surface active agent to occur on sites other than those

occupied by potential determining ions on the surface.

The adsorbability of the surface active agents at the silver iodide surface, as measured by k_2, appears to be mainly dependent on the oleophilic nature of the chain, i.e. the longer the chain the larger the value of k_2. It can also be observed from the values of k_2, that with the exception of SDSO, there is fairly good agreement between the values for materials of the same chain length but different head groups. Other factors determining adsorbability will be the polarisability, energy of hydration of the head group and the nature of the inorganic ion in the crystal surface; such factors will determine the "bond strength" between the head group and the potential determining ion on the surface. From these considerations it would appear probable that the surface "bond" should be related to the strength of the bond formed between single inorganic ions (i.e. in free solution) and the surface active agents; for example, ions having the greatest interaction will lead to the precipitation of an insoluble salt (19).

The chemical free energy of adsorption, ΔG, can be calculated from k_2 by the equation,

$$-\Delta G = kT\,(\ln k_2 + \ln 55.6) \qquad [3]$$

since at the zero point of charge the electrical contribution becomes zero (1). The values of ΔG so obtained are listed in table 2, whence it can be seen that they are all reasonably high. Moreover, if it is remembered that these are average values obtained when the first adsorbed layer is reaching completion, it is evident that the initial energies of adsorption may be considerably higher.

Adsorption of the Second Layer. The ζ-Potential at High Surface Active Agent Concentrations

If it is assumed that adsorption takes place only in a single layer over the whole concentration range of added surface active agent, then the ζ against log c curve should tend to a negative limiting value of ζ, i.e. ζ^{∞}, at constant ionic strength, which would be mainly dependent on the value of N_1. Since at the higher range of surface active agent concentrations ($10^{-3} - 10^{-2}\,M$), for most cases $k_2 c \gg 1$, provided that τ does not change significantly we can write,

$$\zeta^{\infty} = \zeta^{*}\left[1 - \frac{4\pi a e N_1}{\zeta^{*}\varepsilon(1+\tau)}\right]. \qquad [4]$$

In the case of STS where both these conditions can safely be satisfied the theoretical value of $\frac{\zeta^{\infty}}{\zeta^{*}}$ is found to be -0.37 and the experimental value -0.71. The difference between these two values appears to confirm our general observations that in this range of surface active agent concentrations second layer adsorption can no longer be neglected.

The most likely mechanism of second layer adsorption appears to be the *van der Waals* attraction between the hydrocarbon chains and this is confirmed by the general experimental observations. Hence adsorption in the second layer will take place with a different value of k_2. Moreover, although N_1 will initially be the same, it may well change as advanced second layer adsorption occurs; whether second layer adsorption commences before the zero point of charge or not will essentially depend upon the relative values of ΔG for the two adsorption mechanisms.

It is of interest that, with the anionic surface active agents, at the critical micelle concentration, or very close to it, a rapid increase in the value of the ζ-potential occurs (see fig. 1 and 2). Hence, in this range, another mechanism for the adsorption of the surface active agent has to be considered. This would appear to involve the direct adsorption of highly charged micelles or hemimicelles (20), which would give a high net negative charge to the surface.

Evaluation of N_1' and k_2' for the Second Adsorbed Layer

The formation of a second adsorbed layer may be taken into consideration by adding an extra *Langmuirian* term to the adsorption equation for the first layer in the following manner,

$$\zeta^{*} - \zeta = \frac{Hc}{1 + k_2 c} + \frac{H'c}{1 + k_2' c}, \qquad [5]$$

where N_1' and k_2' are the corresponding constants for the second layer and

$$H' = \frac{4\pi a e N_1' k_2'}{\varepsilon(1+\tau)}.$$

It would appear at first sight that this equation is based on the assumption of two independent adsorption mechanisms. However, since adsorption of the second layer appears to occur via the hydrocarbon chain of material already present in the first layer it will be strongly dependent on the extent of adsorption in this layer; this dependence can be taken into account, formally, by considering H' and k_2' as functions of $Hc/(1 + k_2 c)$.

In order to estimate the values of N_1' and k_2', the values of N_1 and k_2 must be used. The latter were obtained on the assumption that second layer adsorption had not commenced to occur at the zero point of charge, a reasonable assumption which is supported by the fact that the calculated value of k_2' for STS is an order of magnitude smaller than k_2. It is clear that the calculation of k_2' and N_2' can only lead to semi-quantitative data but nevertheless such calculations help to substantiate the mechanism of second layer adsorption. In the case of STS the values of N_1' and k_2' were found to be $8.75 \cdot 10^{12}$ cm^{-2} and $9.33 \cdot 10^3$ litre/mole respectively. It is significant that the value of N_1' is quite close to the value of N_1 and thus supports the hypothesis that the hydrocarbon chains of the first layer provide the adsorption sites for the second layer.

From these constants the electrochemical free energy of adsorption for the second layer was found to be 7,740 cal./mole. The value of the chemical free energy of adsorption is more difficult to calculate for this case since allowance has to be made for the electrical contribution; this is a difficult procedure (21, 22). However, direct subtraction of the electrical part, using a potential of 0.090 volt, leads to a $\Delta G'$ value of 5,700 cal./mole. Thus even though this is an approximate value it is clear that the chemical free energy of adsorption of the second layer is about 4,000 cal./mole lower than that for the first layer. It is of interest, in this connexion, that the value quoted by *Mukerjee*, *Mysels* and *Dulin* (23) for the formation of a dimer of SDS is about 3,000 cal./mole. Allowing for the fact that STS has two additional methylene groupings we can anticipate that the value of $\Delta G'$ obtained is probably very close to that for formation of a dimer of STS; this provides direct evidence for the formation of dimers of anionic surface active agents, by association of the chains, on the silver iodide surface.

The Log W against ζ Curves

The log W against ζ curves obtained experimentally appear to agree very well, in general shape, with those predicted theoretically, and the effects of increasing the ionic strength and decreasing the radius of the particles from 200 to 100 Å (12) give changes in the expected direction. Moreover, the value of *van der Waals* constant obtained, from the best fit between the calculated and experimental curves, was $3 \cdot 10^{-12}$ erg; this is of the order of magnitude expected theoretically (24) and is close to the values obtained by direct measurement of the attractive force between pairs of plates in vacuo (25). It is also very close to the value obtained from measurements of the stability of negative silver iodide sols in the presence of cationic surface active agents (12).

It appears therefore that the theoretical treatment proposed may be considered as valid in principle. However, there are a few definite deviations which must be considered.

Firstly, the agreement between theory and experiment is not so good in the region of high negative ζ-potentials, i.e. at higher surface active agent concentrations. This point has been discussed earlier (1) and ascribed to the mutual coagulation taking place between silver iodide particles and premicelles.

Secondly, the experimental curves exhibit somewhat greater curvature in the region very close to $\ln W = 0$ than the theoretical curves. The reasons for this are, at present, not completely clear. It is possible that the approximations used in the solution of the stability equation may cause deviations in this region, or, alternatively, the question must be considered as to whether at low values of surface potential other mechanisms of interaction become operative, e.g. dipolar interaction.

Thirdly, although the general shape of the log W against ζ curves shows excellent agreement with theory, the experimental curves are often shifted in position, i.e. the minimum values of W is not always unity and does not occur at the zero point of ζ; the same type of deviation also occurred in work with cationic surface active agents (12). Examination of these curves shows that the minimum value of log W appears to be highest for the surface active agents which show the largest deviations of ζ potential from the zero point.

It would appear that in some cases the deviations are larger than can be explained on the grounds of experimental inaccuracy. The fact that log W does not always become zero can be interpreted by introducing a perturbation of the free energy of interaction between the particles which is related to the specific character of the surface active agent. Formally, this is equivalent to postulating a residual potential energy barrier at the stability minimum, ΔE^{+}, which interferes with the free diffusion of the particles, and thus the coagulation rate at the minimum will be given by $k_{\min} = k_0 \, e^{-\Delta E^{+}/kT}$, where k_0 is the rate of rapid coagulation.

It is clear from the experimental data that the absolute value of ΔE^{+} is small, and qualitatively it is evident that it is an increasing symmetric function of potential, since the absolute value of ζ_{min} appears to determine the magnitude of ΔE^{+}. This is in accord with the theoretical expression for ln W, since in this equation [1] the potential term always appears in the form ψ^2. Thus both the observed deviations could be explained empirically, at small potentials where $\psi_\delta \equiv \zeta$, by substituting for ψ^2 in the original treatment the expression

$$\psi^2 = (\zeta - \zeta_{min})^2 + b\,\zeta_{min}^2, \qquad [6]$$

where the first term represents the shift parallel to the ζ axis, and the second that parallel to the vertical axis; b is a proportionality constant.

Although this equation has been derived on the basis of the experimental results and does not give any physical basis to the deviations, such an equation can be derived on the basis of dipolar interaction (19), a factor which could well play an important role, in systems of the present type, when the distance between the particles becomes small at low surface potentials.

Summary

ζ-potential measurements have been carried out on positive silver iodide sols in the presence of anionic surface active agents at various concentrations. The conditions employed were the same as those used for the stability measurements described in Part I. The curves of ζ against log concentration of surface active agent were compared with those expected theoretically on the basis of a single adsorbed layer of surface active agent, and from the gradient of the curves at the point of zero ζ-potential the free energy of adsorption of the first adsorbed layer was calculated. It was found that to explain the form of the curves at higher surface active agent concentrations, i. e. negative ζ-potentials, postulation of a second adsorbed layer was required. The free energy of adsorption of the second layer was found to be lower than the first and to be consistent with the idea of adsorption occurring due to *van der Waals* attractions between the hydrocarbon chains. Combination of the potential data with the stability (W) data from Part I gave curves of log W against ζ which were compared with those expected theoretically.

Zusammenfassung

ζ-Potentialmessungen wurden an positiv geladenen Silberjodidsolen in Gegenwart von anionischen oberflächenaktiven Mitteln mit verschiedener Konzentration ausgeführt. Die Bedingungen waren dieselben wie für die Stabilitätsmessungen, mitgeteilt im vorangehenden Teil I. Die Kurven der ζ-Werte gegen den log (Konzentration des oberflächenaktiven Mittels) wurden mit den theoretisch zu erwartenden verglichen, berechnet auf Annahme einer einzelnen adsorbierten Schicht. Aus der Steigung der Kurven im Punkt für das ζ-Potential Null wurde die freie Energie für die Adsorption dieser ersten Schicht berechnet. Um auch den Verlauf der Kurven bei höheren Konzentrationen an oberflächenaktivem Agens zu erklären, z. B. negative ζ-Potentiale, wurde die Annahme einer zweiten adsorbierten Schicht erforderlich. Die freie Energie der Adsorption dieser zweiten Schicht erwies sich als niedriger als die für die erste, und ihr Wert war konsistent mit der Annahme einer Adsorption auf Grund von *van der Waals*-Anziehung zwischen den Kohlenwasserstoffketten. Die Kombination der Potentialmessungen mit den Stabilitätswerten W aus Teil I ergab Kurven von log W als Funktion von ζ, die mit theoretisch zu erwartenden verglichen wurden.

References

1) *Ottewill, R. H.* and *A. Watanabe*, Kolloid-Z. **170**, 38 (1960).

2) *Ottewill, R. H., M. C. Rastogi* and *A. Watanabe*, (to be published).

3) *Lijklema, J.*, Doctoral dissertation (Utrecht 1957).

4) *Verwey, E. J. W.* and *J. Th. G. Overbeek*, Theory of Stability of Lyophobic Colloids (Amsterdam 1948).

5) *van Gils, G. E.* and *H. R. Kruyt*, Kolloid-Beih. **45**, 60 (1937).

6) *Davies, K. N.* and *A. K. Holliday*, Trans. Faraday Soc. **48**, 1061 (1952).

7) *Ottewill, R. H.* and *M. C. Rastogi*, Trans. Faraday Soc. (in press).

8) *Overbeek, J. Th. G.*, Kolloid-Beih. **54**, 287 (1943).

9) *Troelstra, S. A.* and *H. R. Kruyt*, Kolloid-Z. **101**, 182 (1942).

10) *Gorochovsky, G. N.*, J. Phys. Chem. **39**, 465 (1935).

11) *Mirnik, M., F. Flajšman* and *B. Težak*, Croat. Chem. Acta **28**, 167 (1956).

12) *Ottewill, R. H.* and *M. C. Rastogi*, Trans. Faraday Soc. (in press).

13) *Prins, W.*, Doctoral dissertation (Leiden 1955).

14) *McBain, E. L., W. B. Dye* and *S. A. Johnston*, J. Amer. Chem. Soc. **61**, 3210 (1939).

15) *Paquette, R. G., E. C. Lingafelter* and *H. V. Tartar* J. Amer. Chem. Soc. **65**, 686 (1943).

16) *Mackor, E. L.*, Rec. trav. chim. **70**, 763 (1951).

17) *Grahame, D. C.*, Chem. Rev. **41**, 441 (1947).

18) *Watanabe, A., F. Tsuji* and *S. Ueda*, Bull. Inst. Chem. Res. Kyoto Univ. **33**, 91 (1955); **34**, 1 and 65 (1956).

Proc. 2nd International Congress of Surface Activity, **3**, 94 (London 1957).

19) *Ottewill, R. H.* and *A. Watanabe* (to be published).

20) *Fuerstenau, D. W.*, J. Phys. Chem. **60**, 981 (1956).

21) *Guggenheim, E. A.*, J. Phys. Chem. **33**, 842 (1929).

22) *Defay, R.* and *P. Mazur*, Bull. Soc. Chim. Belg. **63**, 562 (1954).

23) *Mukerjee, P., K. J. Mysels* and *C. I. Dulin*, J. Phys. Chem. **62**, 1390 (1958).

24) *de Jongh, V.*, Doctoral dissertation (Utrecht 1958).

25) *Overbeek, J. Th. G.* and *M. J. Sparnaay*, Disc. Faraday Soc. **18**, 12 (1954). *Derjaguin, B. V., I. I. Abrikosova* and *E. M. Lifshitz*, Quart. Reviews **10**, 295 (1956). *Kitchener, J. A.* and *A. P. Prosser*, Proc. Roy. Soc. A **242**, 403 (1957).

Aus dem Laboratório da Produção Mineral, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro (Brasilien)

Neuere Beiträge zur Kenntnis der Taktosole

Teil I. Ein neues Taktosol: Aluminiumhydroxyd

Von H. Zocher und C. Török

Mit 6 Abbildungen in 11 Einzeldarstellungen

(Eingegangen am 2. Januar 1960)

Es ist bisher nur eine sehr beschränkte Anzahl von Taktosolen mit Sicherheit bekannt, nämlich die von *H. Zocher* (1) entdeckten des Vanadinpentoxyds, Eisenhydroxyds[1]) und Benzopurpurins. Die Schillerschichten der Wolframsäure (3), welche früher als Taktosole angesprochen wurden, sind zwar nahe verwandte Systeme, jedoch nicht eigentliche Taktosole (4). Die früher an Chrysophenin (3) gemachten Beobachtungen machen das Vorliegen einer Art von Taktosol wahrscheinlich, doch ist dieses offenbar von einem durchaus anderen Typus als die bisher wohlbekannten.

Die von *Coper* (5) beobachteten Gebilde von basischem Eisenchlorid sind trotz äußerlicher Ähnlichkeit mit Taktosoltröpfchen nicht mit Sicherheit als solche anzusprechen. Es ist die Möglichkeit des Vorliegens unvollkommener Kristalle (Somatoide) nicht auszuschließen. Die von *Watson*, *Heller* und *Wojtowitz* (6) an Wolframsäure beobachteten zweieckigen Partikeln sind sicherlich keine Taktoide, sondern unvollkommen ausgebildete Kriställchen s. w. u.

Mit Recht dürften dagegen die von *Bernal* und Mitarb. aufgefundenen Abscheidungsformen (7) des Virus der Tabakmosaikkrankheit als Taktosole angesehen werden, allerdings als solche von einem andersartigen Typus als die oben genannten. Hierauf soll später noch eingegangen werden.

Unter Taktosol ist nichts anderes zu verstehen als eine mehr oder minder leicht bewegliche kolloide Lösung mit spontaner gegenseitiger Ordnung der nichtkugeligen Teilchen, welche offenbar dem *Gleichgewicht* zwischen weitreichenden *Van der Waals*schen Anziehungskräften und der Abstoßung der *elektrischen Doppelschichten* entspricht (4). Unter der Bezeichnung „Taktoide" sind Tröpfchen eines Taktosols zu verstehen, welche von dem ungeordneten „Ataktosol" umgeben sind, aus dem sie sich abgeschieden haben.

Angesichts der Seltenheit der Taktosole haben wir bei anderen Untersuchungen über anisotrope Kolloide stets die Möglichkeit im Auge behalten, diesen interessanten Zuständen der Materie auch bei anderen Kolloiden zu begegnen.

Das Problem solcher Untersuchungen ist keineswegs, „diese Erscheinung an anderen Kolloiden zu untersuchen", wie es in der Literatur mitunter irrtümlicherweise formuliert wurde. Es geht nicht darum, Bekanntes zu untersuchen, sondern Unbekanntes aufzufinden. Die Wahrscheinlichkeit des Erfolges einer solchen Suche ist offensichtlich nicht sehr groß; denn die Existenzbedingungen sind in den bekannten Fällen recht eng begrenzt, die Empfindlichkeit gegen die verschiedensten Einflüsse ist sehr groß, und es können lange Alterungszeiten erforderlich sein. Eine unerläßliche Voraussetzung ist jedenfalls, daß die Partikeln von ausgesprochen *nichtkugeliger* Form sind. Die stark nichtkugelige Form der Kolloidteilchen läßt sich auch in Solen ohne spontane Ordnung an der starken optischen Anisotropie erkennen, welche durch äußere Einwirkung, insbesondere durch Bewegungen darin, hervorgerufen wird. Eine besonders starke derartige „Fließdoppelbrechung" besitzen aus basischem Azetat hergestellte *Aluminiumhydroxydsole*, wie von H. *Zocher* (8) erstmalig beobachtet wurde.

Solche Sole sind auch in konzentrierter Form in klarem Zustande zu erhalten. Tatsächlich konnten wir auch bei diesem Kolloid ein Taktosol beobachten. Dieses gehört dem gleichen Typus an wie das des Vanadinpentoxyds und steht – abgesehen von seiner Farblosigkeit und der damit verbundenen schwächeren Doppelbrechung – dem des Vanadinpentoxyds an Schönheit nicht nach.

Die bei der Herstellung des Soles verwendete Methode bestand in der Auflösung von Aluminiumfolie

[1]) Im Gegensatz zu der Darstellung in manchen Lehrbüchern lassen die Beobachtungen von *Cotton* und *Mouton* (2) nicht auf die Existenz von Taktosolen schließen.

(für analytische Zwecke) in Essigsäure unter Zusatz von Merkuriazetat in kleinen Mengen, analog wie *Traedwell* (9) früher zur Herstellung von basischen Aluminiumchloridlösungen vorging. Im vorliegenden Falle wurden 9 g Aluminiumfolienschnitzel in einem Liter n-Essigsäure in der Kälte aufgelöst. Der Zusatz von Merkuriazetat erfolgte portionsweise derart, daß zum Schluß, nach 24 Stunden etwa, eine kleine Menge Aluminium ungelöst blieb, welche gewichtsmäßig bedeutungslos ist. Dadurch erreicht man, daß das Quecksilber infolge der Reduktion an Aluminium abfiltriert werden kann. Die so hergestellte Lösung wurde nun im Rundkolben auf freier Flamme portionsweise unter lebhaftem Schütteln und unter Entfernung des Dampfes durch Einblasen von Luft in den oberen Teil des Kolbens gekocht. Im Verlauf dieser Behandlung tritt eine Trübung auf, die nach dem mikroskopischen Aussehen aus Diazetat besteht, wie es bei dem ursprünglichen Verfahren nach *Crum* (10) als Ausgangsmaterial dient. Beim weiteren Kochen unter Ersatz des verdampften Wassers verschwindet die Trübung wieder fast vollständig, während die Viskosität und die Neigung zur Gelbildung immer mehr zunimmt. Diese Gelbildung kann durch Wasserzusatz vermieden werden. Kaum zu vermeiden sind aber lokale Gelbildungen, wie das Auftreten einer Gelhaut an der Oberfläche des Sols beim ruhigen Stehen und vor allem die Bildung von Gelringen um die Stellen herum, an denen das Sieden trotz lebhafter Bewegung immer wieder einsetzt. Diese Gelringe besitzen eine kräftige Doppelbrechung, welche dem radiär verlaufenden Druck entspricht, d. h. daß die langgestreckten Mizellen in dem Gelring vorzugsweise tangential angeordnet sind. Größere Bruchstücke von diesen Ringen kann man durch Zentrifugieren entfernen. Auch die erwähnte, sehr weiche Gelhaut zeigt Doppelbrechung mit einer von Ort zu Ort rasch wechselnden Orientierung, welche sich kaum auf eine mechanische Beanspruchung zurückführen läßt, sondern eher einer spontanen Parallelordnung zu entsprechen scheint. In der Regel scheinen zwei Vorzugsrichtungen der kleinen anisotropen Elemente vorzuherrschen, so daß das Bild an ein Stoffgewebe erinnert. Die oben beschriebene Behandlung wurde fortgesetzt, bis im Dampfe durch den Geruch keine Essigsäure mehr festzustellen war und ein mehr oder minder viskoses durchsichtiges Sol resultierte, mit Interferenzfarben beim Schütteln im Kolben zwischen gekreuzten Polarisatoren bis zur II. Ordnung und mehr. Eine solche Herstellung des Sols beanspruchte in der Regel 2 bis 3 Wochen.

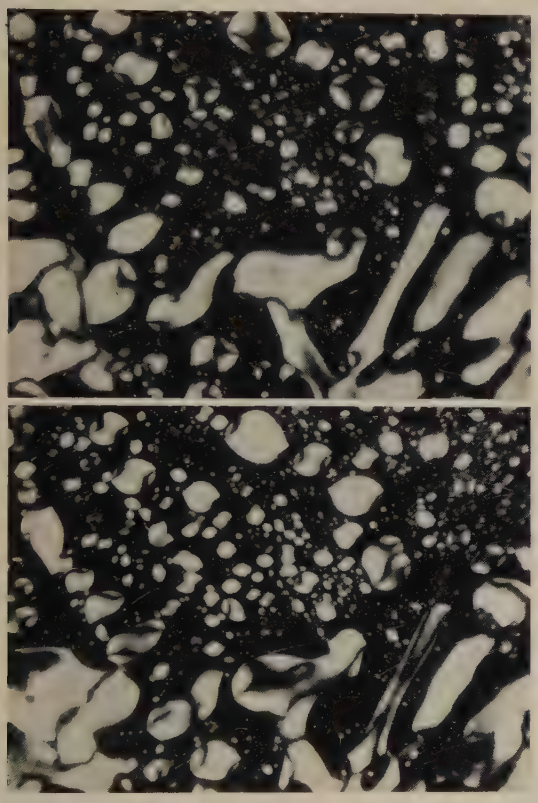


Abb. 1. Al-hydroxyd-Taktoide, z. T. in Schwärmen parallel geordnet, zwischen gekreuzten Polarisatoren. ⊕ oben und ⊗ unten. Vergr. 18 ×

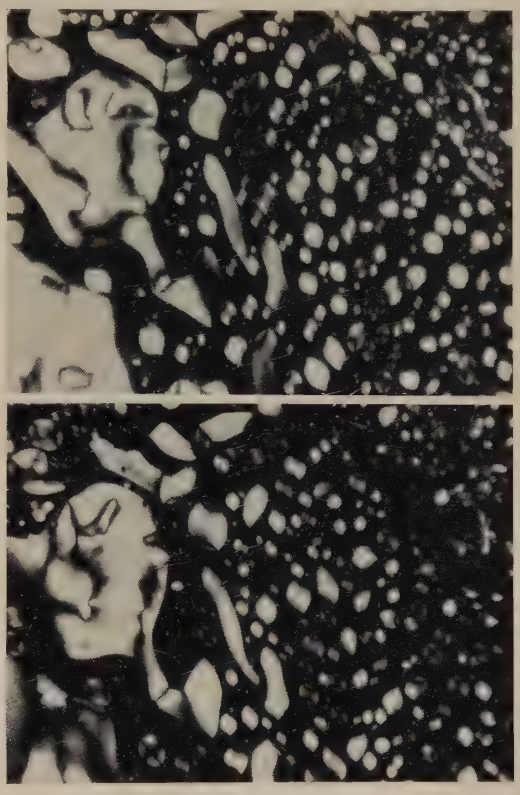


Abb. 2. Wie Abb. 1

Die chemische Analyse des Ataktosols (als TA 3 bezeichnet), aus welchem sich Taktosol gebildet hatte, ergab einen Gehalt von 3,6% Al_2O_3, während die maßanalytische Bestimmung der Essigsäure 0,09 Mol pro Äquivalent Aluminium ergab.

Dieses Sol war etwa 2 Jahre nach seiner Herstellung häufig untersucht worden, doch wurde keine Taktosolbildung festgestellt. Erst bei einer gelegentlichen Überprüfung nach weiteren zwei Jahren fiel das Vorhandensein eines *dauernd doppelbrechenden Bodensatzes* auf. Eine kleine Menge davon, mit einer Pipette zusammen mit überstehendem

isotropem Sol abgenommen, ergab zwischen Objektträger und Deckglas Präparate wie das in Mikrophotographie 1 und 2 zwischen gekreuzten Polarisatoren wiedergegebene[2]). Die Doppelbrechung dieses Taktosols ist recht schwach, so daß die Gangdifferenz in diesen Präparaten überall weniger als $^1/_{10}$ Wellenlänge betrug. Das Vorzeichen der Doppelbrechung ist positiv, ebenso wie das der Fließdoppelbrechung des Ataktosols. Die das Taktosol aufbauenden fadenförmigen Partikeln sind demnach höchst wahrscheinlich dieselben wie die im Ataktosol.

Abb. 3. Einfache Taktoide in „Auslöschungs"-Stellung. Vergr. 175 ×

Auf der schwachen spezifischen Doppelbrechung des Taktosols mag teilweise die Tatsache beruhen, daß in ihm keine *Brown*sche Molekularbewegung zu erkennen ist wie in dem des Vanadinpentoxyds. Andererseits ist dies höchst wahrscheinlich auch durch seine höhere Viskosität bedingt, durch eine stärkere gegenseitige Bindung der fadenförmigen Kolloidteilchen bei kleineren Gleichgewichtsabständen. Infolge geringerer Dicke dieser Fäden kann der Wassergehalt des Taktosols verhältnismäßig hoch sein.

Die Relaxation der beim Herstellen der Mikro-Präparate entstandenen Verzerrungen der Taktoide und ihre Vereinigung zu einheitlichen Individuen erfordert wesentlich längere Zeit als bei den leicht beweglichen V_2O_5-Taktosolen.

Es sind auf Abb. 1 und 2 in großer Zahl die von V_2O_5 her bekannten zweispitzigen, spindelförmigen Tropfen sowie verschiedene Zusammenlagerungen derselben zu sehen. Die beiden Hälften des Bildes geben dieselbe Stelle des Präparates zwischen gekreuzten Polarisatoren wieder, wobei die Schwingungsrichtungen oben horizontal und vertikal, unten unter 45° dazu verlaufen. Gut zu

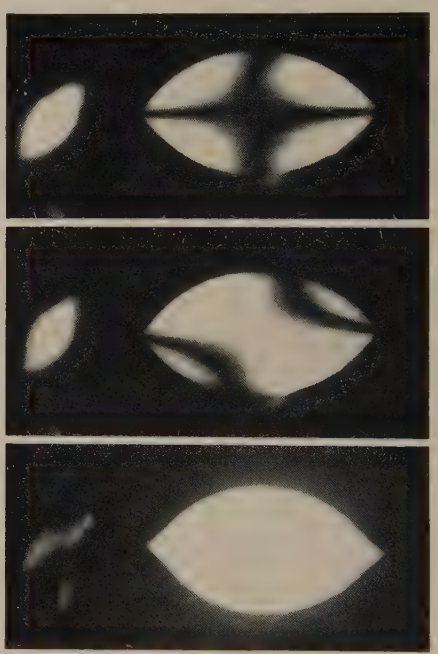


Abb. 4. Einfache Taktoide zwischen gekreuzten Polarisatoren, parallel zur Umrandung schwingend (oben), um 10° im Uhrzeigersinn gedreht (mitte) und unter 45° (unten). Vergr. 175 ×

sehen ist, daß die Tropfen oft gebietsweise einander parallel stehen und infolgedessen gemeinsam auslöschen. Es sind dies Flüssigkeitsgebiete, welche sich bei der Präparatherstellung zwischen Objektträger und Deckglas in der gleichen Richtung bewegt haben. Dadurch können sowohl von vornherein sichtbare Taktoide in die gleiche Richtung gedreht werden, als auch Keimmaterial für Taktoide, an dem sich merkliche Mengen Taktosol erst nachträglich abscheiden.

Die Form der Oberfläche eines einfachen spindelförmigen Taktoids läßt sich in guter Annäherung beschreiben als entstanden durch die Rotation eines Kreissegmentes um

[2]) Die Präparate für die mikroskopische Untersuchung wurden gegen Verdunstung mit Paraffin geschützt. Zu diesem Zwecke wurde ein Draht mit zwei – in 1 mm Abstand einander parallelen – Teilen von der Länge einer Deckglasbreite in geschmolzenes Paraffin eingetaucht und mit dem Objektträger in Berührung gebracht. Aus vier derart erzeugten Paraffinwülsten wurde ein Quadrat gebildet, auf welches das Deckglas nach Einbringen eines Soltropfens von geeigneter Größe aufgelegt und mit einer Mikroflamme angeschmolzen wurde.

seine Sehne[3]). Diese Form resultiert offenbar aus dem Gleichgewicht zwischen der Grenzflächenspannung gegenüber dem Ataktosol und der Elastizität gegenüber der Deformation, welche als *Divergenz* an den beiden Polen und als *Inflexion* im äquatorialen Querschnitt rein in Erscheinung tritt. Die fadenförmigen Partikeln schmiegen sich der Oberfläche an, die Orientierung im Innern ändert sich stetig. Infolgedessen erscheint in „Auslöschungsstellung" ein dunkles Kreuz mit einem nach den Spitzen des Tropfens zu sich verengenden und einem dazu senkrechten verwaschenen Balken. Abb. 3 zeigt ein

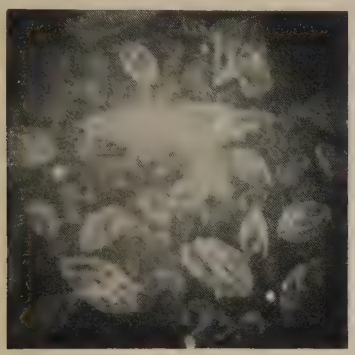


Abb. 5. Taktoiden mit an- und eingelagerten Submikronen in Dunkelfeldbeleuchtung. Vergr. 175 ×

einfaches Taktoid in Auslöschungsstellung, Abb. 4 die Veränderung durch Drehung der Polarisatoren um etwa 10° und um 45°.

Ebenso wie bei Vanadinpentoxydsol sind in größeren einheitlichen Gebieten häufig Einschlüsse von Ataktosol zu sehen, welche ähnliche Konturen besitzen wie die einfachen Taktoide. Für diese Einschlüsse scheint die Bezeichnung Ataktoide, = Tropfen von Ataktosol im Taktosol, zutreffender als die Bezeichnung „negative Taktoide" (eher „Negative von Taktoiden").

[3]) Die Projektion dieser Form auf die Bildebene ergibt den gleichen Umriß wie die eingangs erwähnten Kriställchen von Wolframsäure (6). Die gleiche Form haben u. a. *Huber* (11) an basischem Aluminiumsulfit, *Turkevich* und *Hillier* (12), sowie *Milligan* und *Weiser* (13) an Aluminiumhydroxyd beobachtet. Der sichtbare Unterschied gegenüber den beschriebenen Taktoiden besteht darin, daß bei diesen die Dicke vom Rande nach der Mitte zunimmt, und daß eine eventuell sichtbare Faserung die Konturen begleitet und nicht, wie bei Wolframsäure, ihre Richtung überall beibehält. Derart nach Umriß und innerer Ordnung *unvollkommene Kriställchen* fallen unter den von *Kohlschütter* formulierten Begriff der *Somatoide* (14). Ihre Symmetrie entspricht in vorliegendem Falle einem orthorhombischen Achsensystem, die der einfachen Taktoide einer Rotationsachse. Die Somatoide sind *Wachstumsformen*, die Taktoide *reversible Gleichgewichtsformen*.

Maßgebend für die Konfigurationen des Taktosols sind die mechanischen Eigenschaften, welche im Prinzip denen der *nematischen Phasen* (15) gleichen. Dies bedeutet, daß notwendigerweise eine Elastizität gegenüber *Inflexion* in der Hauptachsenrichtung und gegen *Divergenz*, sowie *Torsion* quer dazu vorhanden sein muß. Alle anderen Deformationen, insbesondere durch Scherkräfte hervorgerufene, bewirken nur nach Übergang in den gelartigen Zustand elastische Gegenkräfte, analog wie in den amorphen und in den *Mesophasen* nach dem Übergang in den glasartigen Zustand.

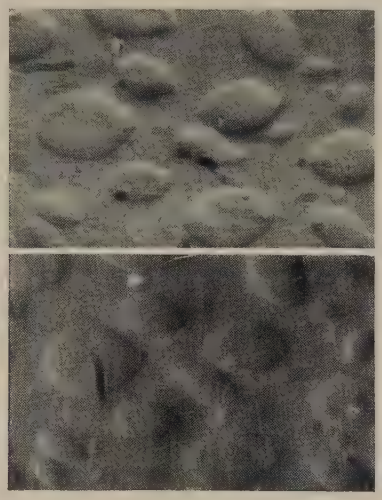


Abb. 6. Taktoide bei Schlierenbeleuchtung von oben (oben), von links (unten). Vergr. 65 ×

Während die Taktoide dank ihrer Anisotropie zwischen gekreuzten Polarisatoren gut zu sehen sind, heben sie sich im natürlichen Licht und bei Dunkelfeldbeleuchtung von dem Ataktosol wegen ihres geringen Unterschiedes der Lichtbrechung praktisch überhaupt nicht ab. Nur im Falle von Verunreinigung mit bei der Herstellung leicht entstehenden submikroskopischen Aluminiumhydroxydpartikeln werden die Taktoide durch Anlagerung an ihre Oberfläche im Dunkelfeld gut sichtbar (Abb. 5). Sehr plastisch treten die Taktoide hervor bei Schlierenbeleuchtung (16) (Abb. 6).

Dem Nationalen Forschungsrat Brasiliens (*Conselho Nacional de Pesquisas*) sowie dem Laboratorio *da Produção Mineral* sind wir für die großzügige Unterstützung unserer Arbeiten sehr zu Dank verpflichtet.

Zusammenfassung

In einem 4 Jahre alten Aluminiumhydroxol wurde bei Untersuchung in polarisiertem Licht ein Sediment

von einem *neuen Taktosol* aufgefunden, das auch bei Schlierenbeleuchtung gut sichtbar ist. Die Struktur der Konfigurationen entspricht der *Mechanik* der *nematischen Phasen*. Die Form eines einfachen Tropfens umgeben von Ataktosol („Taktoide") wurde eingehend betrachtet.

Schrifttum

1) *Zocher, H.*, Z. anorg. allg. Chem. **147**, 91 (1925).
2) *Cotton* et *Mouton*, Ann. Chim. Phys. **11**, 185 (1907).
3) *Zocher, H.* und *K. Jakobsohn*, Kolloid-Beih. **28**, 167 (1929).
4) *Zocher, H.*, Kolloid-Z. **139**, 81 (1954).
5) *Coper, K.* und *H. Freundlich*, Trans. Faraday Soc. **33**, 348 (1937).
6) *Watson, J. H. L., W. Heller* and *W. Wojtowitz*, J. Chem. Physics **16**, 997 (1948).
7a) *Bawdwen, F. C. N., I. B. Bernal* and *I. Fankuchen*, Nature **189**, 1051 (1936).
7b) *Bernal, I. B.* and *I. Fankuchen*, Nature **139**, 923 (1937).
7c) *Best, R. I.*, Nature **139**, 638 (1937).
8) *Aschenbrenner, M.*, Z. physik. Chem. **127**, 415 (1927).
9) *Treadwall, W. D.*, Helv. Chim. Acta **17**, 774 (1934).
10) *Crum, W.*, Liebigs Ann. **89**, 158 (1854).
11) *Huber, K.*, Helv. Chim. Acta **18**, 858 (1935).
12) *Turkevich, J.* and *J. Hillier*, Anal. Chem. **21**, 475 (1949).
13) *Milligan, W. O.* and *H. B. Weiser*, J. Physic. Chem. **55**, 490 (1951).
14) *Kohlschuetter, V., W. Beutler, L. Sprenger* und *M. Berlini*, Helv. Chim. Acta **64**, 3, 305, 331 (1931).
15) *Zocher, H.* und *V. Birstein*, Z. physik. Chem. A. **142**, 88 (1929).
16) *Zocher, H.* and *R. D. Machado*, Acta Cryst. **12**, 122 (1959).

Aus dem Deutschen Kunststoff-Institut Darmstadt

Polarisationsoptische Messungen an Polyäthylensphärolithen

Von K. H. Hellwege und G. Hoff)*

Mit 6 Abbildungen in 9 Einzeldarstellungen

(Eingegangen am 19. Dezember 1959)

Sphärolithe aus Polyäthylen zeigen im Polarisationsmikroskop zwischen gekreuzten Polarisatoren und bei orthoskopischem Strahlengang ein konzentrisches Ringsystem, das auf eine in radialer Richtung sich periodisch ändernde Doppelbrechung zurückzuführen ist.

Zwei verschiedene Ansichten über das Zustandekommen der periodischen Doppelbrechung sind formuliert worden. Während eine Reihe von Autoren (1, 4, 5) vermutete, daß sie auf eine rhythmische Kristallisation beim Sphärolithwachstum zurückginge, schloß *Fischer* (2, 3) aus elektronenmikroskopischen Beobachtungen an Polyäthylenlamellen und -sphärolithen, daß eine Drehung der Strukturelemente und damit der Indikatrix im Sphärolithen der Grund für die periodische Doppelbrechung sei.

1. Drehung der Indikatrix

Tatsächlich läßt sich durch Kippung des Präparates auf einem Universaldrehtisch zeigen, daß in den Sphärolithen mit Ringstruktur eine Drehung der Indikatrix erfolgt.

Wir haben zweidimensionale Polyäthylensphärolithe aus Marlex 50 mit Hilfe des Universaldrehtisches untersucht. Als zweidimensional bezeichnen wir scheibenförmige Sphärolithe, deren Dicke ($d \sim 10\,\mu$) sich zum Durchmesser verhält wie 1:100 bis 1:1000. Aus Gangunterschiedsmessungen ergibt sich, daß das Ringsystem einer periodischen Doppelbrechung zuzuordnen ist. Die Untersuchung des Präparates mit dem Phasenkontrastverfahren im linearpolarisierten Licht läßt die Deutung zu, daß im Sphärolithen n_{radial} konstant ist. Daraus folgt, daß die Schnittellipsen der Indikatrices eines zweidimensionalen Sphärolithen mit Ringstruktur in radialer Richtung die in Abb. 1 gezeigte Form haben.

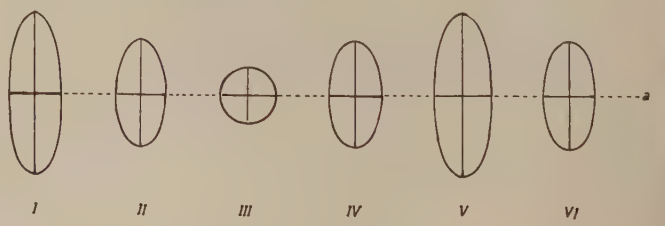


Abb. 1, Schnittellipsen der Indikatrices über dem Radius a eines zweidimensionalen Polyäthylensphärolithen

Die Gerade a entspricht einem Radius des Sphärolithen. Die Doppelbrechung ist definiert als $n_{\text{radial}} - n_{\text{tangential}}$. Demnach entsprechen die Schnittellipsen I und V einem hellen Ring, während die Schnittellipse III

*) Vorgetragen am 2. Dezember 1959 während der Informationsveranstaltung des Deutschen Kunststoff-Instituts, Darmstadt, sowie auf der Tagung in Bad Nauheim am 4. 5. 1960.

einem dunklen Ring zugehört. Wie wir nachher zeigen werden, ist Polyäthylen im Rahmen unserer Meßgenauigkeit optisch einachsig und die Indikatrix ist ein gestrecktes Rotationsellipsoid.

Bei der Schnittellipse I möge die große Achse der Indikatrix in der Zeichenebene liegen. Wenn nun die Schnittellipsen II–V lediglich durch Rotation der Indikatrix I um die Achse a entstehen, dann müßte bei der Schnittellipse III die große Achse der Indikatrix senkrecht auf der Zeichenebene stehen. Daraus folgt, daß bei einer Drehung des Präparates von 90° um die Achse a sich die Schnittellipsen I und III und damit die hellen und dunklen Ringe genau vertauschen müssen.

Wir sind folgendermaßen vorgegangen: Das Präparat wurde um die Achse a, die den rechten Winkel zwischen Polarisator und Analysator halbiert, auf den Winkel $\varphi = 45°$ gedreht (Abb. 2a, b). In dieser Stellung

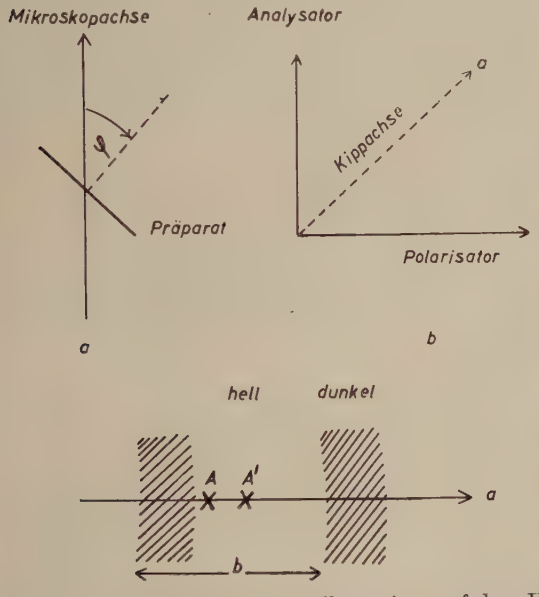
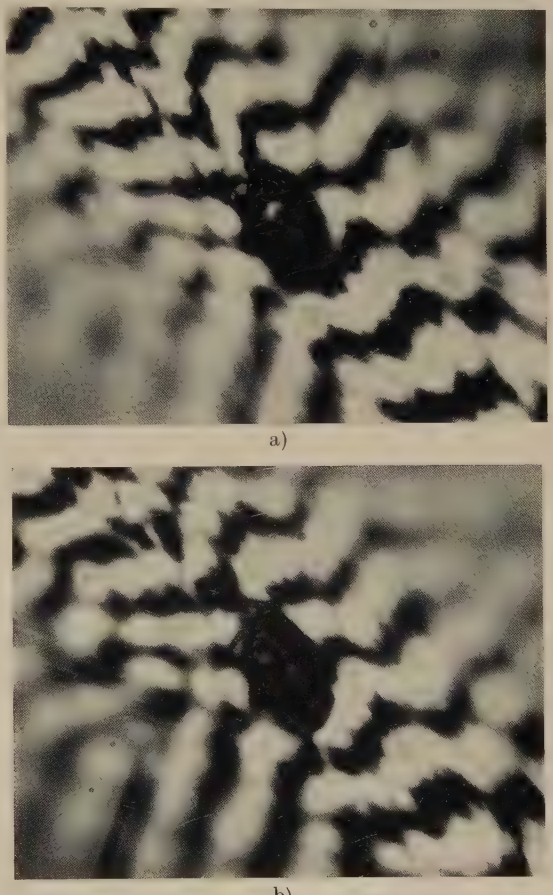


Abb. 2. a) Schematische Darstellung eines auf dem U-Tisch gekippten Präparates. – b) Lage der Kippachse zur Richtung von Analysator und Polarisator. – c) Schematische Darstellung der Punkte $A\,A'$, in denen der Gangunterschied als Funktion des Kippwinkels φ um die Achse a gemessen wurde (siehe Abb. 4)

wurde die Lage des Ringsystems zu einem Fixpunkt im Präparat photographisch festgelegt. Anschließend wurde das Präparat um 90° auf den Winkel $\varphi = -45°$ gedreht und wiederum die Lage des Ringsystems zu dem Fixpunkt photographiert. Abb. 3 zeigt das Ergebnis. Der Fixpunkt ist in diesem Fall ein Fremdeinschluß in der Bildmitte. Man sieht, daß sich in den beiden Bildern die Lage der hellen und dunklen Ringe genau vertauscht hat.

Durch Kippen des Präparates kann man an einem festen Punkt alle die Schnittellipsen der Indikatrix erzeugen, die man auch bei fester Neigung des Tisches beim Fortschreiten in radialer Richtung findet. Aus den an einer Präparatstelle auftretenden Schnittellipsen kann man im Rahmen unserer Meßgenauigkeit schließen, daß die resultierende Indikatrix ein gestrecktes Ro-



a)

b)

Abb. 3. Zweidimensionaler Polyäthylensphärolith auf U-Tisch. a) Stellung $1: \varphi = +45°$, – b) Stellung $2: \varphi = -45°$. Bei einer Drehung von 90° haben sich die hellen und dunklen Ringe genau vertauscht. Das ist ein Beweis für die Drehung der Indikatrix

tationsellipsoid ist, dessen große Achse senkrecht auf dem Sphärolithradius steht.

Einer Drehung der Indikatrix im Präparat um den Winkel α entspricht ein Weiterrücken in radialer Richtung um $b\frac{\alpha}{\pi}$, wobei b die gesamte Breite eines (hellen plus dunklen) Ringes ist.

Wir haben die Gangunterschiede für zwei Punkte A und A' (Abb. 2c) auf dem Sphärolithradius a in Abhängigkeit vom Kippwinkel φ gemessen. Gekippt wurde um die Achse a. Abb. 4 zeigt den über dem Kippwinkel aufgetragenen, auf die Dicke des Präparates bei $\varphi = 0$ reduzierten Gangunterschied. Diese Darstellung zeigt direkt die Lage der Indikatrix im Präparat. Wo die Maxima des Gangunterschiedes liegen, steht die große Achse der Indikatrix senkrecht

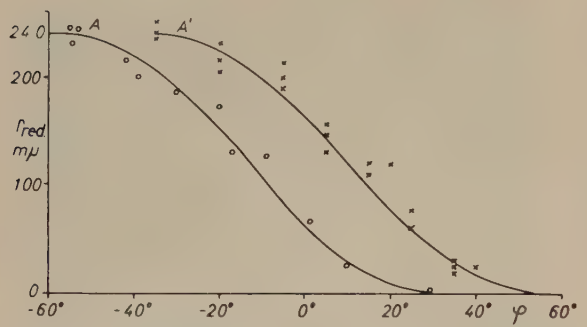


Abb. 4. Auf die Präparatdicke bei $\varphi = 0$ reduzierter Gangunterschied, gemessen in Abhängigkeit vom Kippwinkel des U-Tisches an den Punkten A und A'

auf der Mikroskopachse. Bei den Minima fällt die große Achse der Indikatrix mit der Mikroskopachse zusammen, die Schnittellipse ist hier ein Kreis. Man sieht aus Abb. 4, daß sich die Indikatrix von A bis A' um 25° dreht. Im Okularmikrometer betrug der Abstand $A\,A'$ 2 Teilstriche und die Ringbreite b 12 Teilstriche. Diese Werte bestätigen innerhalb der Meßgenauigkeit die Beziehung zwischen der Drehung der Indikatrix und deren Bewegung in radialer Richtung. Aus dem bei A und A' gleichen maximalen Gangunterschied kann man schließen, daß die Achsen der Indikatrix bei der Drehung konstant bleiben[1]).

Aus der gemessenen Drehung der Indikatrix folgt, daß die den Sphärolithen aufbauenden kristallinen Elemente im optisch wirksamen Mittel schraubenförmig angeordnet sind und daß eine Ringbreite (heller plus dunkler Ring) einer Drehung der Schraube um 180° entspricht.

2. Drehung der Indikatrix und Wachstumsgeschwindigkeit

Über den Zusammenhang von Wachstumsgeschwindigkeit und Ringbreite, d. h. Umdrehungsgeschwindigkeit der Indikatrix, wurden an zweidimensionalen Polyäthylensphärolithen quantitative Messungen durchgeführt. Die zu untersuchende Probe befand sich in etwa 10 μ dicker Schicht auf einem Heiztisch für Durchlicht. Sie wurde kurzzeitig etwa 100° C über den Schmelzpunkt erhitzt und anschließend schnell bis zum Beginn der Kristallisation abgekühlt. Zur Geschwindigkeitsbestimmung wurden mit einer elektrischen registrierenden Stoppuhr

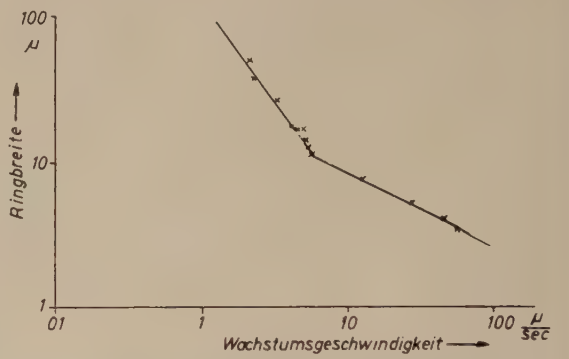


Abb. 5. Ringbreite und Wachstumsgeschwindigkeit, gemessen an einem einzelnen Polyäthylensphärolithen

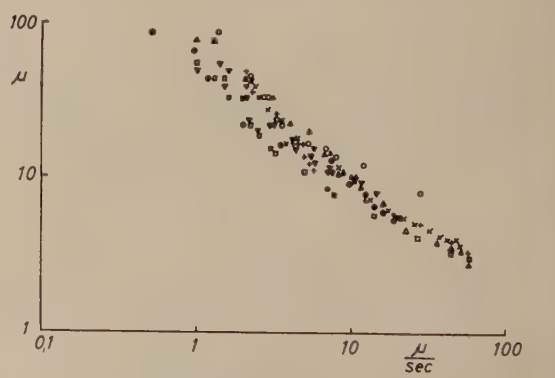


Abb. 6. Ringbreite und Wachstumsgeschwindigkeit, gemessen an 7 verschiedenen Polyäthylensphärolithen

die Zeiten aufgeschrieben, zu denen das Bild des wachsenden Sphärolithen die Teilstriche eines Okularmikrometers passierte. Die Ringbreite wurde aus vergrößerten photographischen Aufnahmen gewonnen.

In der Entstehungszeit eines Sphärolithen konnte die Wachstumsgeschwindigkeit im untersuchten Geschwindigkeitsintervall willkürlich durch Regelung der Heiztischtemperatur variiert werden, so daß jede, an einem einzelnen Sphärolithen aufgenommene Meßreihe schon den Zusammenhang von Ringbreite und Wachstumsgeschwindigkeit in einem weiten Bereich liefert.

[1]) Inzwischen konnten auch *Padden* und *Keith*, J. Appl. Phys. **30**, 1479, 1959 auf einem anderen Weg die Drehung der Indikatrix beweisen.

Da unsere Messungen nur in dem Gebiet durchgeführt wurden, in dem die Wachstumsgeschwindigkeit der Sphärolithe mit fallender Temperatur stetig ansteigt, besteht ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Temperatur und Wachstumsgeschwindigkeit.

Fast alle einzelnen Meßreihen lassen für zwei getrennte Bereiche je ein Potenzgesetz erkennen (Abb. 5). Für Wachstumsgeschwindigkeiten, die größer als 5 μ/sec sind, stellt sich der Zusammenhang zwischen Ringbreite b und Wachstumsgeschwindigkeit v recht einheitlich als $b\sqrt{v}$ = konstant dar. Für die Wachstumsgeschwindigkeiten kleiner als 5 μ/sec ergibt sich ein Zusammenhang $b \cdot v^{\varkappa}$ = konstant, wobei $1 \leq \varkappa \leq 1{,}5$ ist.

Der Knick im bv-Diagramm fällt etwa zusammen mit einer morphologischen Veränderung der Grenzfläche des wachsenden Sphärolithen. Bei kleinen Wachstumsgeschwindigkeiten beobachtet man ein fibrillenartiges Wachstum, wobei sich einzelne kristalline Fäden in die Schmelze vorschieben, während bei größeren Wachstumsgeschwindigkeiten eine geschlossene Front an der Wachstumsgrenze des Sphärolithen entsteht. Wir können noch nicht sagen, ob der im bv-Diagramm gefundene Knick eine physikalische Bedeutung hat. Trägt man nämlich Meßreihen von verschiedenen Sphärolithen zusammen auf (Abb. 6), so mitteln sich in dem Kurvenfeld die Knicke heraus, wobei allerdings die Frage nach dem Sinn einer solchen Mittelung offen bleibt.

Zusammenfassung

An zweidimensionalen Polyäthylen-Sphärolithen wird die Drehung der Indikatrix längs eines Sphärolithenradius unter dem Polarisationsmikroskop bestimmt. Ferner wird der Zusammenhang zwischen dieser Drehung und der radialen Wachstumsgeschwindigkeit beobachtet. An einzelnen Sphärolithen lassen sich zwei Bereiche unterscheiden, und zwar einer mit relativ kleiner, ein anderer mit relativ großer Wachstumsgeschwindigkeit. Bei Mittelung über viele Sphärolithe geht diese Unterscheidung verloren.

Schrifttum

1) *Claver, Jr. G. C.*, R. *Buchdahl* und *R. L. Miller*, J. Polymer Sci. **20**, 202 (1956).
2) *Fischer, E. W.*, Kolloid-Z. **159**, 108 (1958).
3) *Fischer, E. W.*, Erg. Exakt. Naturwiss. **31**, *Hendus* (1959).
4) *Keith, H. D.* und *Jr. F. J. Padden*, J. Polymer Sci. **31**, 415 (1958).
5) *Schram, A.*, Kolloid-Z. **151**, 18 (1957).

Wissenschaftliche Kurzberichte

Kurz-Mitteilungen sichern rasch ***die Priorität.*** *Die Verantwortung für den Inhalt trägt der Autor. Erscheinungstermin ca. innerhalb 2–6 Wochen nach Einreichung. Umfang der* ***deutlich*** *(Formeln!) geschriebenen Manuskripte bis zu 2 Maschinenseiten, Abbildungen vermeiden. Sonst klischierfähige Zeichnungen mit Beschriftung in weichem Blei. Sonderdruckfreiexemplare wie bei Originalarbeiten. Manuskripte an: Prof.* ***F. H. Müller,*** *Marburg/L.,* ***Georg-Voigt-Str. 1°.***

Herausgeber und Verlag

Aus dem Institute of Physical and Chemical Research, Hongo, Tokio (Japan) und dem Pilot-Laboratorium, Hiratsuka-Kanagawa (Japan)

Zur Bildung des ferromagnetischen Fe_3S_4 [1])

Von Shigeto Yamaguchi und Tominosuke Katsurai

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

(Eingegangen am 23. April 1960)

Die sichtbare Autoklavierung, wie sie einer von uns (T. K.) schon beschrieben hat, gestattet die bei über 100° C stattfindenden hydrothermalen Erscheinungen bequem wahrzunehmen (1). Im vorliegenden Versuche haben wir Magnetismus und Kristallstruktur des Eisensulfides ermittelt, das durch die Autoklavierung eines frisch niedergeschlagenen Ferrosulfides erhalten wurde.

Schwarzes Ferrosulfid schlug sich aus einer wäßrigen Lösung des *Mohr*schen Salzes (Molarität: 0,1) nieder, indem man Natriumsulfid in dieselbe genug bzw. etwas überschüssig einbrachte. Dieser Niederschlag verhielt sich nicht ferromagnetisch gegenüber einem üblichen Magneten. Er ließ sich eine Stunde bei 190° C autoklavieren, ohne aus der Mutterlauge getrennt zu werden. Infolge dieser Autoklavierung wurde er ferromagnetisch; er ließ sich vom Magnet empfindlich anziehen. Das Sedimentationsvolumen dieses Niederschlages wurde um die Hälfte kleiner gegenüber dem vor der Autoklavierung. Wir suchten diese schwarze ferromagnetische Substanz mit Hilfe von Elektroneninterferenz zu erfassen.

Ein an dieser Versuchsprobe aufgenommenes Beugungsbild ist in Abb. 1 wiedergegeben. Dieses Bild zeichnet sich dadurch aus, daß es für die Kristalle des Spinelltyps charakteristisch ist. In Tab. 1 sind die an Abb. 1 gemessenen Netzebenenabstände mit den entsprechenden *Miller*-Indizes und damit die Gitterkonstanten der betreffenden Substanz angegeben.

Es handelt sich darum, daß das Gitter dieser Substanz nicht nur vom Spinelltyp ist, sondern auch die Gitterkonstante derselben (9,84 Å) denen des Linneits

Tabelle 1

d(AE)	hkl	a_0 (Å)
5,70 (1)	111	9,87
3,46 (4)	220	9,80
2,95 (10)	311	9,80
2,44 (8)	400	9,76
2,02 (2)	422	9,90
1,88 (7)	333	9,90
1,73 (8)	440	9,90
1,51 (3)	541	9,78
1,29 (3)	730	9,83
1,15 (3)	830	9,81
		9,84 (Mittel)

d: Netzebenenabstand a_0: Gitterkonstante
( ): Beugungsintensität in willkürlicher Einheit

(9,41 Å), des Co_3S_4 (9,36 Å), des Ni_2FeS_4 (9,445 Å) und der anderen Spinellsulfide angenähert ist (2). Die Gitter dieser Sulfide des Spinelltyps sind von denen der Oxyde desselben Typs zu unterscheiden, da Abmessungen der ersteren immer etwa 12% größer als die der letzteren (z. B. Fe_3O_4:8,30 Å) bleiben. Auf diesem Wege läßt sich entnehmen, daß die in Frage kommende Substanz Fe_3S_4 dem Spinelltyp entspricht[1]).

Unter unseren präparativen Umständen wäre zwar vermutlich Bildung des ferromagnetischen Pyrrhotits des NiAs-Typs zu erwarten gewesen. Aber dieser Gittertyp ist bereits röntgenometrisch verschieden vom Spinelltyp. Das betreffende Sulfid Fe_3S_4 blieb stabil an der Luft bei Zimmertemperatur, während sich das frisch gebildete Ferrosulfid vor der Autoklavierung an der Luft allmählich ins rote Oxyd oxdierte.

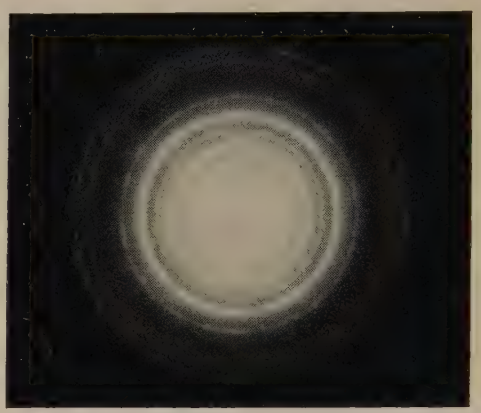


Abb. 1. Beugungsbild aus Fe_3S_4-Kristall des Spinelltyps. Wellenlänge: 0,0328 Å. Kameralänge: 495 mm. Positiv in 2,3facher Vergrößerung

[1]) Die röntgenometrischen Angaben über Fe_3S_4 sind noch unbekannt in den einschlägigen Literaturen, und zwar gibt es keine Data desselben in „ASTM-Cards".

Schrifttum

1) *Katsurai, T.* u. *K. Sone*, Kolloid-Z. **163**, 70 (1959).
2) *Wyckoff, R. W. G.*, Crystal Structures Vol. II, Chap. VIII, table page 41 (New York 1951).

Buchbesprechungen

Grundriß der Kolloidkunde. Von *E. Manegold*-Höxter i. W. 2. Auflage. XII, 175 Seiten mit 67 Abbildungen (Dresden und Leipzig 1959, Theodor Steinkopff Verlag). Preis: kart. DM 10,—.

Der Verfasser verzichtet bewußt darauf, für die kolloiden Erscheinungsformen der Materie charakteristische physikalische Eigenschaften oder bestimmte Vertreter kolloider Systeme im einzelnen zu beschreiben. Er sucht vielmehr eine klare Abgrenzung des Gebiets der gesamten Kolloidik rein auf Grund der räumlichen Ausdehnung der kolloiden Materie zu verwirklichen. Er zeigt, welch außerordentliche Vielfalt räumlicher Anordnung sich eröffnet, wenn alle Möglichkeiten kolloider Dimensionen erfaßt werden. Neue Begriffe werden geschaffen, um diese Systematik zu vervollständigen. Als Beispiel sei auf die Behandlung der Korpuskular-, Linear- und Planarsysteme verwiesen.

Bei einem systematischen Aufbau dieser zahlreichen Erscheinungsformen der Kolloidik ergibt sich ein Gerüst, in welches sich das umfangreiche Material von Untersuchungsergebnissen, auch der angewandten Kolloidik, zwanglos einordnen läßt. Zahlreiche Abbildungen unterstützen erfolgreich diese Ausführungen. *E. Sauer* (Stuttgart)

Physical Chemistry of High Polymers (Physikalische Chemie der Hochpolymeren). Von *M. L. Huggins*-Rochester, N. Y. XIII, 175 Seiten mit 53 Abbildungen und 3 Tabellen (New York 1958, John Wiley & Sons, Inc.). Preis: geb. $ 6.50.

Der Titel des Buches ist etwas anspruchsvoll, denn es ist nach den Angaben des Autors gelegentlich einer Gastvorlesung in Japan entstanden und soll nur eine Einführung und Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse und Ergebnisse der physikalischen Chemie der Hochpolymeren sein. Das Buch ist bestens geeignet, um jemand für dieses Gebiet zu begeistern, denn der Autor hat es verstanden, die interessantesten Dinge auszuwählen und mit Brillanz darzustellen. Er hat dabei natürlich diejenigen Punkte, zu deren Aufklärung er einen wesentlichen Beitrag geleistet hat, in den Vordergrund gerückt – was den Vorteil besitzt, daß man etwas einmal von jemandem erklärt bekommt, der es selbst gemacht hat.

Das Buch hat zwei Schwerpunkte, die ziemlich ausführlich diskutiert werden: Die statistische Thermodynamik der Lösungen von Fadenmolekülen (46 Seiten) und die Struktur der reinen Zustände von Makromolekülen (33 Seiten), der Rest verteilt sich auf Herstellung, chemische Konstitution, Verhalten in festem Zustand, Viskosität, plastisches Fließen und Elastizität.

Für den Lernenden ist das Buch eine sehr nützliche Einführung, die zum Weiterstudium anregt, und dem Kundigen mag beim Lesen vieles klar werden, was er vielleicht doch noch nicht ganz verstanden hat. Daß vieles drin steht, was nicht für bare Münze genommen werden kann, da es sich noch im Zustand der Entwicklung – sowohl theoretisch als auch experimentell – befindet, wäre weiter kein Schade, nur hätte man nicht durch die Wahl des Titels den Eindruck erwecken sollen,

als ob es sich wirklich um eine „Physikalische Chemie der Hochpolymeren" handelt.

J. Stauff (Frankfurt a. M.)

Spezielle Mineralogie. Von *R. Brauns †*. 10. Auflage von *F. Chudoba*-Bonn (Sammlung Göschen, Band 31/31a) 170 Seiten mit 125 Abbildungen und 4 Tabellen (Berlin 1959, Walter de Gruyter & Co.). Preis: brosch. DM 5,80.

Die „Spezielle Mineralogie" aus der Sammlung *Göschen* liegt nun schon zum zweitenmal als selbständiges Bändchen vor. Etwa 200 wichtigste Vertreter des Mineralreiches, welche nach dem üblichen chemischen System geordnet sind, werden in kurzer Form beschrieben. Leicht erkennbare Eigenschaften (Morphologie, Härte, Farbe, Dichte) sind neben chemischer Formel, Kristallklasse und Raumgruppe angeführt. Etwas breiterer Raum ist jeweils der Beschreibung der Genese, den wichtigsten Vorkommen und der technischen Verwertung gewidmet. Die morphologische Ausbildung vieler Kristalle wird durch charakteristische Zeichnungen erläutert. Die Abbildungen der wichtigsten einfachen Raumgittertypen sind sicherlich sehr zu begrüßen, doch leiden fast alle an schlechter Übersichtlichkeit. Im Zusammenhang mit der Besprechung der einzelnen Minerale sind weiter 600 Mineralnamen angeführt und erläutert. Den Abschluß des Büchleins bilden Tabellen über die optischen Daten der Minerale, über die wichtigsten Rohstoffe, über Schmuck- und Edelsteine und ein alphabetisches Register. *E. Eberhard* (Würzburg)

Modern Coordination Chemistry. Principles and Methods (Moderne Koordinationschemie). Herausgegeben von *J. Lewis*-London und *R. G. Wilkins*-Sheffield. XVI, 487 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen (New York 1960, Interscience Publishers, Inc.). Preis: geb. $ 12.50.

Bis etwa zum Jahre 1940 machte die Koordinationschemie nur langsam Fortschritte. Ein vergleichsweise kleiner Kreis von Chemikern beschäftigte sich vorwiegend mit Arbeiten präparativen Inhalts. Die grundlegenden Vorstellungen *Alfred Werners* und die alten Valenztheorien der anorganischen und organischen Chemie, die von *G. N. Lewis* zu einer Elektronentheorie der Valenz ausgebaut worden waren, wurden zwar von *Sidgwick* auf das Gebiet der Koordinationsverbindungen übertragen. Außerdem wendeten *Kossel* und *Magnus* elektrostatische Modellbetrachtungen auf diese Verbindungsklasse mit Erfolg an.

Jedoch setzte erst in neuester Zeit, nachdem die Theorien der chemischen Bindung und die Theorien und Methoden der physikalischen Chemie einen Grad der Vervollkommnung erreicht hatten, der ihre fruchtbringende Anwendung ermöglichte, eine stürmische Entwicklung ein, so daß man von einer Renaissance der Komplexchemie sprechen kann.

Das vorliegende Buch stellt – wenn man vom Gebiet der Reaktionskinetik und der Reaktionsmechanismen absieht, für das seit kurzem die ausgezeichnete Darstellung von *Basolo* und *Pearson* existiert – den ersten Versuch dar, diese Entwicklung zu behandeln. In sechs Kapiteln werden Hauptgebiete der heutigen komplexchemischen Forschung in monographischer Form behandelt. Eine umfassende Literaturzusammenstellung ermöglicht es dem Leser, Zugang zu den Originalarbeiten zu finden.

F. C. J. Rossotti behandelt die Thermodynamik der Komplexbildung in Lösung. Neben einer Übersicht über die experimentellen Methoden zur Ermittlung der Stabilitätskonstanten und der thermodynamischen Daten wird der Zusammenhang zwischen den Eigenschaften der Komplexbestandteile und der Stabilität diskutiert. Ein Artikel von *D. R. Stranks* führt in den derzeitigen Stand reaktionskinetischer Untersuchungen ein, *R. G. Wilkins* und *M. J. G. Williams* behandeln Probleme aus dem Gebiet der Komplexisomerie. Besonders begrüßt werden muß die ausgezeichnete Darstellung der Kristallfeld- bzw. Ligandenfeldtheorie, die in dem Abschnitt von *T. M. Dunn* über die Absorptionsspektren der Komplexionen im sichtbaren und ultravioletten Gebiet enthalten ist. In den letzten zehn Jahren hat sich gerade hier besonders eindrucksvoll gezeigt, wie fruchtbringend die Anwendung gruppentheoretischer und quantenmechanischer Vorstellungen sein kann. Das geht auch aus dem Artikel von *B. N. Figgis* und *J. Lewis* über die Magnetochemie von Komplexverbindungen hervor. *F. A. Cotton* behandelt die Infrarotspektren von Koordinationsverbindungen.

Beim Lesen des Buches gewinnt man den Eindruck, daß die Entwicklungen auf dem Gebiete der Komplexchemie nur durch eine sinnvolle Kombination aller zur Verfügung stehenden Methoden ermöglicht wurden. Der auf diesem Gebiet Arbeitende muß, worauf *J. Chatt* im Vorwort hinweist, neben der Kenntnis der präparativen anorganischen und organischen Chemie die experimentellen und theoretischen Methoden der physikalischen Chemie beherrschen sowie außerdem mit der Theorie der chemischen Bindung vertraut sein.

Das klar und übersichtlich geschriebene Buch hält, was sein Titel verspricht, nämlich, eine „Modern Coordination Chemistry" zu sein. Besonders im deutschsprachigen Bereich, wo nach den Erfahrungen des Rezensenten die Fortschritte der Komplexchemie in den letzten zwei Dezennien nur ungenügend bekannt sind – was z. B. ein Blick in die Lehrbücher der anorganischen Chemie zeigt –, kann seine Lektüre wärmstens empfohlen werden.

H. L. Schläfer (Frankfurt a. M.)

Zur Besprechung eingegangene Bücher

(Besprechung vorbehalten)

Callen, Herbert B.-Philadelphia/Penna.: **Thermodynamics. An Introduction of the Physical Theories of Equilibrium Thermostatics and Irreversible Thermodynamics.** XV, 376 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen (New York 1960, John Wiley & Sons, Inc.). Preis: Geb. $ 8,75.

Dane, Elisabeth und *Franz Wille*-München: **Kleines chemisches Praktikum.** XII, 192 Seiten mit 4 Abbildungen und 1 Ausklapptafel (Weinheim 1960, Verlag Chemie GmbH.). Preis: Kart. DM 14,—.

Friedrichs, Josef-Wertheim-Glashütte: **Das Glas im chemischen Laboratorium. 3. Auflage. Entwicklung und Fertigung der gläsernen Laboratoriumsgeräte, der wichtigsten Werkzeuge des Forschers.** VIII, 154 Seiten mit 176 Abbildungen (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960, Springer-Verlag). Preis: Geb. DM 18,—.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Auflage. System-Nummer 30: **Barium. Ergänzungsband.** XLV, 569 Seiten mit 76 Abbildungen (Weinheim 1960, Verlag Chemie GmbH). Preis: Kart. DM 354,—.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8. Auflage. System-Nummer 29: **Strontium. Ergänzungsband.** XXX, 306 Seiten mit 39 Abbildungen (Weinheim 1960, Verlag Chemie GmbH.). Preis: Kart. DM 195,—.

Linhart, J. G.-Geneva/Schweiz: **Plasma Physics.** XI, 278 Seiten mit 125 Abbildungen (Amsterdam 1960, North-Holland Publishing Company). Preis: Geb. Guilders 25,—.

Müser, H. A.-Frankfurt/M.: **Einführung in die Halbleiterphysik** (Wissenschaftliche Forschungsberichte, Band 68). XVI, 237 Seiten mit 35 Abbildungen in 46 Einzeldarstellungen und 2 Tabellen (Darmstadt 1960, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag). Preis: Geb. DM 43,—, Brosch. DM 40,—.

Nebe, E.-Weilheim/Obb.: **Kleiner Leitfaden für die praktische p_H-Messung.** 26 Seiten mit 13 Abbildungen (Weilheim/Obb. 1960, Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH.). Preis: Brosch. DM 3,50.

Persoz, B.: **Introduction a l'Etude de la Rhéologie.** XX, 251 Seiten mit 92 Abbildungen (Paris 1960, Dunod Editeur Service). Ohne Preisangabe.

Röck, H.-Trostberg/Obb.: **Destillation im Laboratorium. Extraktive und azeotrope Destillation** (Fortschritte der physikalischen Chemie, Band 5). XIII, 164 Seiten mit 65 Abbildungen in 103 Einzeldarstellungen und 24 Tabellen (Darmstadt 1960, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag). Preis: Kart. DM 26,—.

v. Stackelberg, M.-Bonn: **Polarographische Arbeitsmethoden.** 478 Seiten mit 113 Abbildungen (Berlin 1960, Walter de Gruyter & Co.). Preis: Geb. DM 38,—.

Stauff, J.-Bad Soden/Ts.: **Kolloidchemie.** VIII, 744 Seiten mit 294 Abbildungen (Berlin-Göttingen-Heidelberg 1960, Springer-Verlag). Preis: Geb. DM 69,—.

Swietoslawski, W.-Warschau, übersetzt von *M. Lenartowski*: **Physikalische Chemie des Steinkohlenteers.** 315 Seiten mit 62 Abbildungen (Warschau 1959, Polnischer Verlag der Wissenschaften/N. J. Hoffmann Verlag Köln). Preis: Geb. DM 28,—.

Symposium on Visual Aids for Standardizing and Communicating Product Appearance (ASTM Special Technical Publication No. 258). 29 Seiten mit 9 Abbildungen und 3 Tabellen (Philadelphia 1959, American Society for Testing Materials). Preis: $ 2,00.

Ulich, H. †, neubearbeitet von *W. Jost*-Göttingen: **Kurzes Lehrbuch der physikalischen Chemie. 12. und 13. Auflage.** XVI, 420 Seiten mit 113 Abbildungen und 63 Tabellen (Darmstadt 1960, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag). Preis: Geb. DM 18,—.

Referate

2. Grundwissenschaften

b) Physikalische Chemie

Keller, A. (H. H. Wills Physics Lab., Univ., Bristol, Großbritannien). **Die Morphologie kristalliner Polymere.** (Makromol. Chem. **34**, 1–28, 1959.)

Das Modell der Fransenmicelle reicht zur Erklärung neu entdeckter Texturelemente nicht mehr aus. Bei der Kristallisation von Polymeren treten als gröbere Textureinheiten Sphärolithe auf. Diese haben eine charakteristische faserige Gestalt und bestehen häufig aus verdrehten kristallinen Elementen. Auf die Anordnung der Moleküle in den Sphärolithen und die Beziehungen zwischen Beobachtungen an Sphärolithen und kristallisationskinetischen Untersuchungen wird kurz eingegangen.

Neuere Beobachtungen an Polymereinkristallen ergaben unerwartete Ähnlichkeiten zwischen Kristallen von Hochpolymeren und denen einfacher Substanzen, zwangen aber auch zur Einführung des neuen Begriffs der „Kettenfaltung". Die Kristalle mit gefalteter Kette haben ungewöhnliche Eigenschaften, die bis zu den neuesten Ergebnissen beschrieben werden. *A. Giller* (Wiesbaden)

Lasoski, S. W., jr. u. *W. H. Cobbs*, jr. (E. I. du Pont de Nemours & Co., Film Dept., Buffalo, N.Y., USA). **Feuchtigkeitsdurchlässigkeit von Polymeren. 1. Der Einfluß von Kristallinität und Orientierung.** (J. Polymer Sci. **36**, 21–33, 1959.)

An Polyäthylenterephthalat, Polyäthylen und Nylon 610 wird gezeigt, daß die Permeabilität für Wasserdampf mit zunehmendem amorphen Anteil der Substanz quadratisch abnimmt. Diese Abhängigkeit kann theoretisch durch einen linearen Zusammenhang mit dem Diffusions- und Löslichkeitskoeffizienten des amorphen Anteils erklärt werden. Die quadratische Permeabilitätsbeziehung scheint ein Grenzverhalten für solche Strukturen wiederzugeben, bei welchen die Kristallisation den Segmentbewegungen, die für die Permeabilität wichtig sind, keine Beschränkungen auferlegt. Wo solche Beschränkungen auftreten, besteht eine Abhängigkeit höherer Ordnung vom amorphen Anteil. Die Beziehung der Permeabilitäts- und Löslichkeitskoeffizienten zur Kristallinität haben eine wichtige praktische Bedeutung, da mit geeigneten Daten das Ausmaß der Kristallinität oder die Kristalldichte bestimmt werden kann.

H. Diener (Frankfurt a. M.)

Visvanathan, S. und *I. Sanghii* (Central Elektrochem. Res. Inst., Karaikudi). **Beziehung zwischen Wärmeleitfähigkeit, Molekulargewicht und Gefrierpunkt von Flüssigkeiten.** (Naturwiss. **46**, 647, 1959.)

Unter Berücksichtigung der molekularen Gaskonstante, der mittleren Entfernung zwischen benachbarten Molekeln, der *Avogadro*schen Zahl und mehrerer Größen am Gefrierpunkt (Schwingungsfrequenz, Molekularvolumen V, Dichte) werden bestimmbare Ausdrücke für den Koeffizienten der Wärmeleitfähigkeit, den normalen Gefrierpunkt in absoluter Skala T_m und das Molekulargewicht abgeleitet und die Werte für eine Reihe aromatischer Flüssigkeiten tabelliert. Der Ausdruck $\sqrt{T_m}/V^{2/3}$ erweist sich als konstant. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

c) Anorganische Chemie

Konecny, J. O. u. *C. M. Douglas* (U.S. Naval Ordnance Lab., Corona, Cal., USA). **Polymerisation von Phosphornitrildichlorid.** (J. Polymer Sci. **36**, 195–203, 1959.)

Die Polymerisation des trimeren und tetrameren Phosphornitrildichlorids wird, wie gefunden wird, von einer Reihe organischer Verbindungen wie Äther, Carbonsäuren und Ketonen und auch von Metallen katalysiert. Der Einfluß dieser Substanzen auf die Polymerisationsgeschwindigkeit bei 211° wurde quantitativ untersucht. Es wurde gefunden, daß das Tetramer stets langsamer reagiert als das Trimer. Die gleiche Reihenfolge der Reaktionsfähigkeit wurde auch bei der Copolymerisation dieser Stoffe beobachtet. Die Katalysatoren zeigten alle eine vergleichbare Aktivität.

H. Diener (Frankfurt a. M.)

Lieser, K. H. und *W. Hild* (Eduard-Zintl-Inst. f. Anorg. u. Physik. Chem. d. T.H., Darmstadt). **Zur Abtrennung von Strontium-90 aus Lösungen.** (Naturwiss. **46**, 599, 1959.)

In Systemen von gelöstem Sr- mit festem Ca- oder Ba-Sulfat findet mit großer Geschwindigkeit (Halbwertszeit 1 min) ein Ionenaustausch statt. Nur beim Ba-Salz nehmen die Sr-Ionen an der sehr viel langsamer erfolgenden Rekristallisation teil. Die praktische Bedeutung der Versuche liegt in der schnellen, mühelosen Entfernung des ^{90}Sr aus wäßrigen Lösungen. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

d) Organische Chemie

Allen, P. W., G. Ayrey u. *C. G. Moore* (Brit. Producers' Res. Assoc., Welwyn Garden City, Herts., Großbritannien). **Radiochemische Untersuchungen an Vinylpolymerisationen mit freien Radikalen. 2. Die Polymerisation von Vinylmonomeren in Gegenwart von Polyisoprenen. Ermittlung des Bildungsmechanismus von Pfropfinterpolymeren mit ^{14}C-markierten Initiatoren.** (J. Polymer Sci. **36**, 55–76, 1959.)

Bei der Polymerisation von Methylmethacrylat in benzolischen Lösungen von Polyisoprenen wurden je nach Verwendung des Starters verschiedene polymere Produkte gefunden. Die Ursache für diesen spezifischen Startereffekt wird durch Verwendung ^{14}C-markierter Starter aufgeklärt. Art und Weise des Kettenabbruchs der verschiedenen Polymeren werden ermittelt. Die Zusammensetzung aller anfallenden Inter- und Pfropfcopolymeren gelang mit Hilfe der Isotopenverdünnungsmethode. *H. Diener* (Frankfurt a. M.)

Ayrey, G. u. *C. G. Moore* (Brit. Rubber Producers Res. Assoc., Welwyn Garden City, Herts., Großbritannien). **Radiochemische Untersuchungen an Vinylpolymerisationen mit freien Radikalen. 1. Die Natur der Start- und Abbruchprozesse bei Methylmethacrylat- und Polystyrolpolymerisationen bei Anwendung ^{14}C-markierter Initiatoren.** (J. Polymer Sci. **36**, 41–53, 1959.)

^{14}C-markierte Starter wurden zur Anregung der Polymerisation von Methylmethacrylat bei 60° in Benzol verwendet. Die Bestimmung der Polymerisationsgeschwindigkeit, des Molekulargewichts und des ^{14}C-Gehaltes der entstandenen Polymeren liefert quantitative Einblicke in die Gesetzmäßigkeiten der Startgeschwindigkeit, der Starterausbeute und der Molekularität des Kettenabbruchs. *H. Diener* (Frankfurt a. M.)

Cameron, G. G., D. H. Grant, N. Grassie, J. E. Lamb u. *I. C. McNeill*, Chem. Dept., Univ., Glasgow, Schottland, Großbritannien). **Copolymerisation von Methacrylsäureestern mit Methacrylnitril.** (J. Polymer Sci. **36**, 173–182, 1959.)

Die Reaktionsverhältnisse bei der Copolymerisation von Methacrylnitril mit Styrol, Methacrylsäure und elf Alkylmethacrylaten wurden bestimmt. Die Reaktionsfähigkeit des Monomer ist in diesen Systemen hauptsächlich eine Funktion der Resonanzstabilisierung, während polare Faktoren eine verhältnismäßig untergeordnete Rolle spielen. Mit Ausnahme der Stearylester können Änderungen, die beim Fortschreiten in der homologen Reihe auftreten, qualitativ auf Grund der zu erwartenden relativen Elektronenverschiebungen und der durch die verschiedenen Alkylgruppen verursachten sterischen Effekte erklärt werden.
H. Diener (Frankfurt a. M.)

Furukawa, J. u. *T. Tsuruta* (Dept. of Ind. Chem., Fac. of Engng., Univ., Kyoto, Japan). **Katalytische Reaktivität und Stereospezifität von organometallischen Verbindungen bei der Olefinpolymerisation.** (J. Polymer Sci. **36**, 275–286, 1959.)

Die katalytische Reaktionsfähigkeit von organometallischen Verbindungen bei der Olefinpolymerisation wird auf der Grundlage der Elektronegativität des Metalls diskutiert. Die Verbindungen der Übergangsmetalle scheinen an der Polymerisation als *Lewis*-Säuren teilzunehmen, die die Addition des Aluminiumalkyls durch einen Vierzentrenmechanismus erleichtern. Es wird ein Mechanismus für die stereospezifische Polymerisation vorgeschlagen, bei dem behinderte Rotation um die endständige C—C-Bindung im wachsenden Polymeren und eine spezifische Orientierung des Monomeren zur Polymerkette angenommen wird.
H. Diener (Frankfurt a. M.)

Marvel, C. S. u. *E. D. Vessel* (Univ. of Illinois, Urbana, Ill.). u. *F. C. Magne*. **Copolymere aus Vinylpinonat und Vinylchlorid.** (J. Polymer Sci. **36**, 35–39, 1959.)

Ein Homopolymer des Vinylpinonats und Copolymere aus Vinylpinonat und Vinylchlorid werden beschrieben. Das Copolymer mit 19,8% Vinylpinonat scheint im ganzen die besten Eigenschaften als feste, plastische Masse zu haben. Die Anwesenheit von Vinylpinonat als Komponente in einem Copolymer liefert keine plastizierte Filme. Das Homopolymer des Vinylpinonats zeigt die charakteristischen Eigenschaften eines Klebstoffs. Die Verwendung von äußeren Weichmachern erscheint bei diesen Polymeren wenig erfolgversprechend.
H. Diener (Frankfurt a. M.)

Morrison, E. D., E. H. Gleason u. *V. Stannett* (Chem. Dept., State Univ. Coll. of Forestry, Univ., Syracuse, N.Y., USA). **Polymerisation von Vinylbenzoat.** (J. Polymer Sci. **36**, 267–273, 1959.)

Die kleine Polymerisationsgeschwindigkeit und das niedrige Molekulargewicht der Polymeren, die bei der durch freie Radikale angeregten Polymerisation von Vinylbenzoat erhalten werden, verdienen Beachtung. Die Kinetik wurde untersucht und spricht dafür, daß der wahrscheinliche Grund eine Addition der wachsenden Ketten an den aromatischen Kern unter Bildung eines stabilen, nicht mehr wachstumsfähigen Radikals ist. Die Kettenlänge und der Verzweigungsgrad sind mit den gemessenen Geschwindigkeiten und auch mit der Methylaffinität ähnlicher Verbindungen konsistent.
H. Diener (Frankfurt a. M.)

Shibata, M. und *N. Ishikura* (Plant Physiol, Lab., Biol. Inst., Univ., Toyama, Japan). **Über Anthocyanine in Tulpenblüten.** (Naturwiss. **46**, 601–602, 1959.)

Über 100 Gartenvarietäten ergaben papierchromatographisch das Vorkommen von teilweise bis zu 4 der 6 aufgefundenen Anthocyanine, die hier aufgezählt werden. Durch eindimensionales, absteigendes Verfahren wurden die R_f-Werte ermittelt. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

f) Biologie und Medizin

Baltzer, F., P. S. Oken und *A. H. Whiteley* (Zool. Inst., Bern u. Zürich, Schweiz). **Biochemische Studien an Seeigelhybriden.** (Expt. Cell Res., Suppl. 6, 192–209, 1959.)

Hier finden sich unter anderm papierchromatographische Untersuchungen der freien ninhydrinpositiven Substanzen (Aminosäuren und Peptide) in verschieden entwickelten Arten und dreier Bastarde, bei welch letzteren Anklänge an die Mutterarten gefunden werden. Auch werden eindimensionale Chromatogramme unbefruchteter Eier behandelt. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Follmann, G. (Inst. f. Virusserologie d. Biol. Bundesanst. f. Land- u. Forstwirtsch., Braunschweig). **Der Wasseraustausch von Sproßzellen virus-infizierter Gefäßpflanzen.** (Ber. Dtsch. Bot. Ges. **72**, 398–408, 1959.)

Gravimetrische, kryoskopische, plasmolytische und schlierenoptische Untersuchungen des Wasseraustausches der Oberhautzellen vieler an einer Reihe von Virusarten erkrankter Pflanzensorten ergeben als Folge der Erkrankung, wenn auch mit starken Schwankungen, bedeutende Konzentrationszunahme des Zellsaftes und der aufgenommenen Wassermenge (Erhöhung der Permeabilität) und einen geringeren Einfluß von Atmungsgiften auf die Wasseraufnahme. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Kaja, H. (Botan. Inst. d. Univ. Münster). **Elektronenmikroskopische Untersuchungen an den Chloroplasten von Selaginella Martensii Spring.** (Ber. Dtsch. Bot. Ges. **72**, 311–320, 1959.)

Innerhalb der von 60–150 Å dicker Doppellamelle umgebenen Chloroplasten wird das lamellierte Peristromium, das oberseits bis 800, unterseits bis 150 Å erreicht, und weiter innen eine Ansammlung von 80–160 Lamellen von 30–80 Å Dicke und 50–70 Å Abstand nachgewiesen. Peripher werden ferner linsenförmige Körper *nematischer* Natur beschrieben, welche an Pyrenoide anderer Chromatophoren erinnern. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Klämbt, H.-D. (Botan. Inst. d. Univ. Bonn). **Die 2 Hydroxy-Indol-3-essigsäure, ein pflanzliches Indolderivat.** (Naturwiss. **46**, 649, 1959.)

Nachweis des genannten Derivats papierchromatographisch nach Besprühen mit *Ehrlichs* p-Dimethylaminobenzaldehyd in alkalischen bzw. ammoniakalischen Lösungsmitteln. Bezüglich der physiologischen Bedeutung wird der Idealfall eines gepufferten Wuchsstoff-Hemmstoff-Systems vermutet. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Lüdicke, M. (Zool. Inst. d. Univ. Heidelberg). **Über eine rhythmische Ablagerung von radioaktivem Schwefel bei der Vogelfeder.** (Naturwiss. **46**, 658–659, 1959.)

Die Breite der an den Konturfedern mittels *Geiger-Müller*-Zähler wie autoradiographisch nachgewiesenen rhythmischen Zonen (nach Art *Liesegang*scher Ringe?) wächst mit der Dauer des Verbleibens des Isotops im Organismus, hängt aber auch von der betr. Art ab und sinkt mit der Annäherung an die Federbasis. Die Phasen der radioaktiven Intensitätsschwankungen entsprechen etwa denen der Wachstumsschwankungen der Zuwachsstreifen. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Mayer, W., K. Lauer, W. Gabler, U. Panther und *A. Riester* (Chem. Inst. d. Univ. Heidelberg). **Castalagin und Vescalagin, zwei neue, kristallisierte Ellagengerbstoffe aus dem Holz der Edelkastanie und Eiche.** (Naturwiss, **46**, 669–670, 1959.)

Präparative Chromatographie an Cellulosepulver unter Verwendung von n-Essigsäure oder Wasser als Transportphase führt zu den genannten Verbindungen, die in den beiderlei Gerbstoffen identisch, aber in ungleichem Mengenverhältnis vorkommen, jetzt kristallisiert vorliegen und eingehend beschrieben werden. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Nakazawa, S. und *A. Tsusaka* (Biol. Dept., Yamagata Univ., Yamagata, Japan). **Spezialcytoplasma in Farnrhizoiden.** (Naturwiss. **46**, 609 bis 610, 1959.)

Die Basophilie des Rhizoidplasmas verschwindet unterhalb des mittels Färbungen mit Toluidin- und Methylenblau bestimmten IEP; die beschriebene Adsorption der Metallionen bleibt davon unberührt. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Pehland, H. und *H. Hager* (Hirnpathol. Inst. d. Dt. Forsch.-Anst. f. Psychiatrie, Max-Planck-Inst., München). **Zur Theorie der interferenzmikroskopischen Trockengewichtsbestimmung an biologischen Objekten.** (Z. wiss. Mikrosk. **64**, 271–285, 1959.)

Die eingangs mitgeteilte Grundformel für die Masse *pro Flächeneinheit* aus der optisch wirksamen Dicke der Struktureinheit, den Brechungskoeffizienten des Einschlußmediums und des Lösungsmittels (Wassers), der Wellenlänge des benutzten Lichtes, einem mittels Analysators gefundenen Winkel und dem substanzabhängigen Brechungsinkrement läßt Verfahren entwickeln, von denen bei Wasser als Einschlußmittel nur die Bestimmung der Masse *pro Flächeneinheit* brauchbare Ergebnisse verspricht, die der Masse *pro Volumeneinheit* dagegen nicht. Bei Verwendung zweier Einschlußmedien verschiedener Refraktion kann die zu fordernde Elimination der Dicke nicht mit genügender Genauigkeit identische Objektbereiche erfassen, so daß auch Mittelwerte für beide Massenbestimmungen nur begrenzt möglich sind. Für ein bestimmtes Einzelobjekt ist daher die sogen. Zweiwellenlängen-Methode anzuwenden, gegen welche aber nach der diskutierten Formel die unzureichende Meßgenauigkeit bei Gebrauch des *Baker*schen Instruments spricht. Erst wenn die Genauigkeit um eine Größenordnung gesteigert werden kann, ist von den wieder untersuchten Verfahren der zwei Einschlußmedien und der zwei Wellenlängen das letztere geeignet zu exakten Konzentrationsbestimmungen, also der Masse pro Volumeneinheit. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Satô, S. (Botan. Inst., Fac. of Sci., Univ. of Tokyô, Japan). **Elektronenmikroskopische Untersuchungen über die mitotische Figur I–II.** (Cytologia **23**, 383–394, 1958; **24**, 98–106, 1959.)

Nach $CdCl_2$-Zusatz zum fixierenden Alkohol ergibt die Elektronenmikroskopie der Pollenmutterzellen von Lilium longiflorum und Magnolia liliflora für die *Teilungsspindel* das Vorkommen von Einzelfibrillen des Atraktoplasten und Fibrillenbündeln bei den Chromosomenfasern; die Spindeloberfläche läßt teilweise eine Membranstruktur erkennen. Nach den fortgesetzten Untersuchungen wird der tonnenförmige *Phragmoplast* von zahllosen Parallelfibrillen vertikal zur Äquatorebene des Kernes und einer für die Elektronenstrahlen weniger dichten Flüssigkeit dazwischen gebildet. Die zentrifugal im Phragmoplasten entlang seiner Äquatorebene sich entwickelnde Zellplatte scheint von zwei parallel gestellten Schichten auszugehen, deren Fibrillen von denen des Phragmoplasten verschieden sind. Schließlich diffundieren zellwand-

aufbauende Stoffe von der Wand der Mutterzelle zwischen die beiden Lamellen, und die Härtung der Tochterzellwand entwickelt sich zentripetal. – Vgl. auch die Zusammenfassung von *B. Wada* und *S. Satô*: Elektronenmikroskopische, zur Analyse der anaphasischen Chromosomenbewegung beitragende Figuren (Nucleus **1**, 173–182, 1959.)
H. H. Pfeiffer (Bremen)

Vestermark, A. und *H. Boström* (Dept. of Metabolic Res., Wenner-Gren Inst. of exper. Biol., Stockholm, Schweden). **Über die Enzymbildung der Sulfatester primärer aliphatischer Alkohole.** (Expt. Cell. Res. **18**, 174–177, 1959.)

Die Versuche mit zweidimensionaler Papierchromatographie und Hochspannungselektrophorese in Kombination mit Autoradiographie mittels ^{35}S-Sulfat ergeben die fünf ersten der Reihe primärer aliphatischer Alkohole in richtiger Folge und zeigen eine enge Beziehung zur Verteilung der Flecken von Urin-Sulfatestern von alkoholbehandelten Ratten. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Wilson, B. W., D. E. Buetow, T. L. Jahn und *B. H. Levedahl* (Dept. of Zool., Univ. of California, Los Angeles, Calif., USA). **Unterschiedliche p_H-Wirkung auf Wachstum und Atmung der Zelle.** (Expt. Cell. Res. **18**, 454–465, 1959.)

Die Acidität des Wuchsmediums der Euglenen wirkt verschieden je nach dem mitwirkenden Säurerest, der als C-Quelle dient (Bernstein-, Fumar-, Apfel-, Citronen-, Essigsäure). Die Diskussion der Details ergibt neue Annahmen über den Transportmechanismus einiger der Ionen und führt zu Ergebnissen über eine Beziehung zwischen Energiebildung und Wachstum, zwischen verschiedener Permeabilität der Ionen und Molekeln der Säuren. Die Anhäufung schwacher Säuren in den Zellen ist das Ergebnis niederer Werte des Außen-p_H.
H. H. Pfeiffer (Bremen)

3. Grenzflächenerscheinungen

c) Elektrische Grenzflächenerscheinungen

Yamamoto, D. und *T. Gotô* (Chem. Dept., Fac. of Sci., Kumato Univ., Kurokamityo, Kumamoto, Japan). **Potentialverteilung an der Oberfläche alkali-verkleideter Metalle.** (Naturwiss. **46**, 599–600, 1959.)

Mit dünnem Cäsiumcarbonatfilm bedeckte Ag- oder Pt-Platten werden in eine Emanationskammer als Sammelkathode gebracht und die Thoriumquelle geerdet (Feldstärke — 160 V/cm). Zwei positive Kopien mit Cs_2CO_3 bzw. KOH zeigen Autoradiogramme der Platten. Bedeutung der Versuche für den Mechanismus der Elektronenemission oxydbedeckter und photoelektrischer Kathoden.
H. H. Pfeiffer (Bremen)

d) Heterogene Katalyse

Delderik, J. M. u. *H. I. Waterman* (Inst. of Chem. Technol., Delft, Niederlande). **Einfluß der Struktur eines aus Kieselwolframsäure auf Silicagel bestehenden Katalysators auf die katalytische Aktivität.** (Chem. Engg. Sci. **11**, 24–34, 1959.)

Der Einfluß einer Anzahl Variabeln bei der Herstellung eines aus Kieselwolframsäure auf Silicagel bestehenden Katalysators wurde untersucht. Mittels einer entwickelten einfachen Bestimmungsmethode seiner Wirksamkeit wurde es möglich, den Einfluß verschiedener Vorbehandlungen, wie auch den Einfluß des Gehaltes an Kieselwolframsäure und der Korngröße zu ermitteln. Man fand, daß das Silicagel mit dem größten durchschnittlichen Porendurchmesser katalytisch am wirksamsten war. Durch Abnehmen der Korngröße erfuhr die katalytische Wirksamkeit eine erhebliche Steigerung, was darauf hindeutet, daß nur ein geringer Teil der Katalysatorteilchen für die Reaktionsteilnehmer zugänglich ist. Dies konnte an mit Cumol durchgeführten Disproportionierungsversuchen demonstriert werden. Aus kristallographischen Daten wurde der Durchmesser der Kieselwolframsäuremolekeln und die Oberfläche einer monomolekularen Schicht aus einem Gramm dieser Säure ermittelt (10 Å bzw. 200 m^2).
E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

5. Makromolekulare Substanzen

a) Natürliche Makromoleküle (Proteine, Kohlenhydrate, Nucleinsäuren, Kautschuk)

Bloemendal, H. u. *G. Ten Cate* (Div. of Chem. and Embryology, Dept. of Anatomy and Embryology, Municipal Univ., Amsterdam, Niederlande). **Isolierung und Eigenschaften von α-Crystallin aus den Augenlinsen von Rindern.** (Arch. Biochem. Biophys. **84**, 512–527, 1959.)

Aus der Peripherie von Augenlinsen von Rindern gewonnenes α-Crystallin, das durch Stärke-Zonenelektrophorese gereinigt war, erwies sich als homogen bei der Elektrophorese zwischen den p_H-Werten 4,2 und 8,9 sowie in der Ultrazentrifuge. Durch isoelektrische Fällung trat Abbau ein. Bei Anwendung der Dinitrofluorbenzolmethode sowie bei der Papierchromatographie wurde Glutaminsäure als N-Endgruppe festgestellt; die Aminosäurenzusammensetzung des Gesamtproteins wurde ebenfalls bestimmt. *E. Ühlein* (Frankfurt a. M.)

Cerbulis, J., J. H. Custer u. *C. A. Zittle* (Eastern Regional Res. Lab., Philadelphia, Pa., USA). **Wirkung von Rennin und Pepsin auf α-Casein: *p*-Casein und lösliche Produkte.** (Arch. Biochem. Biophys. **84**, 417–427, 1959.)

Das bei der Einwirkung von Rennin und Pepsin auf α-Casein und durch Fällung bei $p_H = 4{,}7$ abgetrennte α-*p*-Casein ist eine heterogene Substanz. Bei Fraktionierung und Papierelektrophorese zeigte sich, daß es eine Hauptkomponente und einige weitere Bestandteile enthält. Bei der Elektrophorese in einer *Tiselius*-Apparatur wurde festgestellt, daß selbst die Hauptkomponente komplex ist, wenn die Enzyme drei Stunden lang eingewirkt haben. Die lösliche Peptidfraktion ist sehr heterogen und enthält 10 bis 12 oder noch mehr Komponenten. Als brauchbares Verfahren zur Trennung der Fraktionen (der löslichen und der unlöslichen) erwies sich sowohl für p-Casein, wie auch die Peptidfraktionen die Extraktion mit einem Lösungsmittelgemisch aus *n*-Butanol, Essigsäure und Wasser im Verhältnis 4:1:1. Auf diese Weise konnte das von *Nitschmann* u. Mitarb. (Chimica **11**, 76, 1957) beschriebene Glukopeptid von den anderen Komponenten abgetrennt werden. Die Enzyme Rennin und Pepsin setzen die gleichen Hauptprodukte frei, doch sind die in kleineren Anteilen vorliegenden Produkte unterschiedlich. Aus dieser Tatsache wird geschlossen, daß Pepsin stärker spezifisch wirkt. *E. Ühlein* (Frankfurt a. M.)

Cooke, K. B., M. P. Tombs, R. D. Weston, F. Souter u. *N. F. Maclagan* (Dept. of Chem. Pathol., Westminster Medical School, London, Großbritannien). **Die Chromatographie der Serumproteine an Cellulose-Ionenaustauscher-Säulen.** (Clin. Chim. Acta **4**, 799–783, 1959.)

Es zeigte sich, daß einzelne Durchläufe von Serum durch modifizierte Cellulosesäulen kaum zu einer chromatographischen Trennung führen. Anders ist es, wenn diese Methode nach vorausgehender Salzfraktionierung angewandt wird. In diesem Falle eignet sie sich vorzüglich zur Isolierung individueller Proteine und hat möglicherweise auch diagnostischen Wert. Am besten bewährte sich folgender Weg: zunächst Salzfraktionierung durch zu 50% gesättigte Ammoniumsulfatlösung, dann Chromatographie der überstehenden Lösung an *Deae*-Cellulose und schließlich Fällung auf Carboxymethyl-Cellulose oder Cellulosephosphat. Die experimentellen Einzelheiten dieser Methodik werden beschrieben. *E. Ühlein* (Frankfurt a. M.)

Goldstein, R., A. Le Bolloch, B. Alexander u. *E. Zonderman* (Med. Res. Dept. of the Yamins Res. Lab., Beth Israel Hosp., u. Dept. of Med., Harvard-Med. School, Boston, Mass., USA). **Gewinnung und Eigenschaften von Prothrombin.** (J. Biol. Chem. **234**, 2857–2866, 1959.)

Beschreibung eines Verfahrens zur Darstellung von Reinpräparaten von Human- und Rinder-Prothrombin. Dieses besteht in der Adsorption des Plasmas durch Bariumsulfat, Eluierung mit Citrat, Fraktionierung mit Ammoniumsulfat und saurer Fällung. Das erhaltene Präparat zeigt hohe spezifische Aktivität. Obwohl das Präparat noch mit einigen anderen Klumpungsfaktoren verunreinigt ist, ließen sich einige Fraktionen von Human-Prothrombin erhalten, deren Aktivität der bisher bekannten gleichkam oder sie sogar überschritt. Einige Beobachtungen bei der Isolierung von Rinder-Prothrombin zeigten, daß aktivierte Prothrombin-Präparate mit Nicht-Prothrombin-Faktoren verunreinigt sind, deren Gegenwart für die Umwandlung von Prothrombin in Thrombin notwendig ist. Einige biochemische und physiologische Eigenschaften dieser Prothrombinpräparate werden beschrieben, ferner die biologischen Wege zur Charakterisierung des Prothrombins im vorliegenden Reinheitsgrad angegeben.
E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Grimes, R. M. u. *C. W. Duncan* (Dept. of Agricult. Chem., Michigan State Univ., East Lansing, Mich., USA.) **Elektrophoretische Eigenschaften der Globine der Rinder-Hämoglobine A und B.** (Arch. Biochem. Biophys. **84**, 393–404, 1959.)

Die aus den Rinderhämoglobinen A und B isolierten Globine werden elektrophoretisch bei den p_H-Werten 2,4, 4,25, 5,4 und 10,7 untersucht. Bei den mittleren p_H-Werten zeigten beide Globine zwei Komponenten, deren gegenseitiges Verhältnis mit abnehmendem p_H-Wert zugunsten der langsameren Komponente sich verschob. Bei $p_H = 2{,}4$ enthielten beide Formen je drei Komponenten im gleichen Verhältnis zueinander. Bei den drei niedrigeren p_H-Werten waren die Beweglichkeiten der einander entsprechenden Komponenten ziemlich die gleichen für beide Globine. Bei $p_H = 10{,}7$ hatten beide Globine zwei Komponenten. Für die langsamere Komponente wurde bei beiden Globinen die gleiche Beweglichkeit festgestellt, jedoch differierten die Beweglichkeiten der schnelleren Komponenten beträchtlich. Es waren keine Unterschiede zwischen rohen und renaturierten, wie auch zwischen denaturierten und renaturierten Globinfraktionen zu beobachten. Die beiden Hauptkomponenten der Globine A und B wurden durch kontinuierliche Papierelektrophorese isoliert. Bei $p_H = 4{,}5$ erwiesen sich beide Komponenten beider Globine als elektrophoretisch homogen, jedoch dissoziierten bei $p_H = 2{,}4$ die beiden Fraktionen der beiden Globine in Untereinheiten.
E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Drees, O. (Lab. d. Stiftung z. Erforsch. d. Spinalen Kinderlähmung u. der Multiplen Sklerose, Hamburg-Eppendorf). **Sedimentationsmessungen mit formalin-inaktiviertem Poliomyelitis-Virus.** (Z. Naturforschg. **14b**, 508–509, 1959.)

Es wurde versucht, an Hand von Sedimentationsmessungen in der analytischen Ultrazentrifuge Aufklärung über den Effekt abgestufter Formaldehydkonzentrationen auf die strukturellen Eigenschaften des Poliomyelitis-Virus zu erfahren. Wurde ein gereinigtes Konzentrat vom Typ I, das in der Hauptsache aus einer in der Ultrazentrifuge einheitlichen Komponente mit einem S^0_{20}-Wert von 161 S bestand bei 37° und $p_H = 7{,}0$ verschiedenen Konzentrationen von Formaldehyd ausgesetzt, so traten dadurch Strukturänderungen ein, die sich in einem beträchtlichen Abfall der Sedimentationskonstanten auswirkten. Weder waren Geschwindigkeit noch Ausmaß dieses Abfalls von der Formaldehydkonzentration abhängig. Die Art der strukturellen Veränderungen konnte nicht aufgeklärt werden. *E. Ühlein* (Frankfurt a. M.)

Fraser, R. B. D. u. *T. P. Macrae* (Div. of Protein Chem., C.S.I.R.O. Wool Res. Labs., Parkville, Melbourne, Victoria, Australien). **Wasserstoff-Deuterium-Austauschreaktionen in Faser-Proteinen. 2.** (J. Chem. Physics **31**, 122–129, 1959.)

In einer vorausgehenden Arbeit (siehe Referat Kolloid-Z. **160**, 81, 1958) wurde gezeigt, daß bei der Reaktion zwischen α-Keratin und Deuteriumoxyd die Peptid-Wasserstoffatome in den kristallinen Bezirken nicht durch Deuterium ersetzt werden. Nunmehr wurde festgestellt, daß vollständiger Ersatz möglich ist, wenn die Proteinkonfiguration zerstört wird, z. B. durch Streckung oder Superkontraktion. Weder durch Spaltung der Disulfidbrücken noch durch Behandlung mit CH_3COOD, wodurch die Kristallinität der Präparate nachläßt, wird vollständiger Austausch in α-Keratin bewirkt. Es wird deshalb angenommen, daß die Anordnung der Wasserstoffbindungen im monomeren Protein hohe Stabilität bedingt. Diese Stabilität wird auf die Konfiguration der α-Helix zurückgeführt, ferner auf die cyclische Struktur und die Wechselwirkungen zwischen den Seitenketten längs des Kontaktbereiches zwischen dem Helixpaar, das die cyclische Einheit bildet. Wird Collagen mit Deuteriumoxyd zur Reaktion gebracht, so tritt schnell vollständiger Austausch ein, was man in Zusammenhang bringt mit der Tatsache, daß das hydratisierte Collagen durch Seitenketten-Wechselwirkungen nicht merklich stabilisiert wird und dort die Anordnung der Wasserstoffbrücken nur teilweise innerhalb einer Helixstruktur liegt.
E. Ühlein (Frankfurt a. M.)

Creely, J. J., L. Segal u. *L. Loeb* (Southern Regional Res. Lab., New Orleans, La., USA). **Eine Röntgenstrahlenuntersuchung an neuen Cellulosekomplexen mit Diaminen, welche drei, fünf, sechs, sieben und acht Kohlenstoffatome enthalten.** (J. Polymer Sci. **36**, 205–214, 1959.)

Fünf neue Cellulosediaminkomplexe wurden aus Baumwolle mit Tri-, Penta-, Hexa-, Hepta- und Octamethylendiamin dargestellt. Aus den charakteristischen Röntgenbeugungsdiagrammen wurde für die Größe des 101-Netzebenenabstandes eine lineare Abhängigkeit von der Anzahl der Kohlenstoffatome im Diaminmolekül gefunden. Auch die Intensität der Beugung nahm merklich mit der Kettenlänge des Diamins zu. Die sorgfältige Auswertung der Diagramme erlaubt die Berechnung der Dimensionen der Einheitszelle der neuen Komplexe. *H. Diener* (Frankfurt a. M.)

Tominatsu, Y., K. J. Palmer, A. E. Goodban u. *W. H. Ward* (Western Utilization Res. and Develop. Div., Agricult. Res. Serv., U.S. Dept. of Agriculture, Albany, Cal., USA). **Molekulargewichte der Arabanfraktion der Zuckerrübe.** (J. Polymer Sci. **36**, 120–139, 1959.)

Das Molekulargewicht einer Fraktion von Zuckerrüben-Araban wurde mit Hilfe der Lichtstreuungsmethode in verschiedenen Salzlösungen als Lösungsmittel untersucht. Dabei zeigte es sich, daß die Molekulargewichte nicht übereinstimmen. Die niedriger liegenden Werte sollen durch Wechselwirkung mit dem Lösungsmittel zustandekommen. Die Arabane zeigten bei Benutzung eines einfallenden Lichtes von 436 mμ eine merkliche Fluoreszenz. Ein Verfahren zur Anbringung einer Fluoreszenzkorrektur wird angegeben.

H. Diener (Frankfurt a. M.)

Van Duin, P. J. u. *J. J. Hermans* (Lab. voor Anorganische en Fysische Chem., Univ., Leiden, Niederlande). **Lichtstreuung und Viskositäten von Chitosan in wäßrigen Lösungen von Kochsalz.** (J. Polymer Sci. **36**, 295–304, 1959.)

Chitosan, das aus dem Schulp im Mantel des Tintenfisches gewonnen wurde, wurde durch Fällung fraktioniert. Zwei Fraktionen wurden in wäßriger Natriumchloridlösung untersucht. Fraktion II zeigte anomales Verhalten, was einer Molekelassoziation zugeschrieben wurde, deren Ausmaß mit abnehmender Ionenstärke zunimmt. Für Fraktion I scheint die Viskositätszahl mit dem Gyrationsradius sogar noch stärker zuzunehmen, als das Modell des frei durchspülten Knäuels erwarten läßt. Die experimentell beobachtete Änderung der Molekeldimensionen als Funktion der Ionenstärke ist viel geringer, als von der Theorie der Polyelektrolyte vorausgesagt wird.

H. Diener (Frankfurt a. M.)

d'Amelio, V. und *A. M. Salvo* (Lab. of comparat. Anat., Univ. of Palermo, Italien). **Über das Kernhämoglobin der roten Zellen vom Huhn.** (Expt. Cell Res. **18**, 364–366, 1959.)

Mittels doppelter Diffusionstechnik nach *Ouchterlony* (Ark. Kemi Mineral. Geol. **26**, 14, 1948) und dem immun-elektrophoretischen Verfahren in 0,1-m. Boratpuffer $p_H = 8{,}6$ bei 11 V/cm für 7 Std. nach *Graber* u. *Williams* (Biochem. a. Biophys. Acta **10**, 193, 1953) wird gezeigt, daß die beiden ersten Komponenten der elektrophoretischen Hämoglobinfraktionen serologisch verwandt sind, die dritte Komponente aber sich serologisch anders verhält. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Mohring, D. (Mediz. Univ.-Poliklinik Mainz). **Zur Messung von Diffusionskonstanten in verdünnten Eiweißlösungen.** (Naturwiss. **46**, 625, 1959.)

An einem entwickelten Zweikammergerät, das in der Habilitationsschrift, Mainz 1958, beschrieben wurde, wird die Konzentration bzw. die Fermentaktivität vor und nach Beendigung der Diffusion der Proteine gemessen und aus einer bestimmten Versuchszeit, dem Querschnitt der Grenzfläche und der Anfangskonzentration des gelösten Stoffes die in das Lösungsmittel diffundierte Stoffmenge ermittelt. Die Fehlerbreite des Verfahrens ist zwar ziemlich groß, doch stimmen die erhaltenen Werte mit solchen der Literatur gut überein.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

b) Synthetische Makromoleküle

Buchdahl, R., R. I. Miller u. *S. Newman* (Plastics Div. Monsanto Chem. Comp., Springfield, Mass., USA). **Kristallisationskinetik und mechanische Eigenschaften von Polyäthylen.** (J. Polymer Sci. **36**, 215–231, 1959.)

Die Kristallisationskinetik eines verzweigten Polyäthylens wurde dilatometrisch, spektroskopisch und mikroskopisch bei geringer Unterkühlung untersucht. Es zeigte sich, daß die Ergebnisse verschiedener experimenteller Verfahren, die verschiedene Typen von Proben benützen, in allgemeiner Übereinstimmung stehen, jedoch bestehen kleine aber charakteristische Unterschiede, die außerhalb der Versuchsfelder zu liegen scheinen. Man konnte zeigen, daß die Ergebnisse im wesentlichen mit den heutigen Keimbildungs- und Kristallisationstheorien übereinstimmen.

H. Diener (Frankfurt a. M.)

Chiang, R. (Res. Center, Hercules Powder Comp., Wilmington, Del., USA). **Ein Beitrag zur Viskositätszahl/Molekulargewicht-Beziehung für Polyäthylen.** (J. Polymer Sci. **36**, 91–103, 1959.)

Die in der Literatur angegebenen Beziehungen zwischen Viskositätszahl und dem Gewichtsmittelwert des Molekulargewichts für Polyäthylen hoher Dichte stimmen untereinander nur schlecht überein. Die vorliegenden Untersuchungen, die sich auf die Beseitigung solcher Widersprüche richten, lassen die folgenden Umstände als wahrscheinliche Gründe für diese Widersprüche erscheinen: Polydispersität, unsachliche Korrektur für die Dissymmetrie und unzureichende Klärung der Lösungen. Diese Faktoren werden ins einzelne gehend diskutiert. Meßergebnisse sowohl an unfraktionierten als auch an fraktionierten Proben unterstützen die mitgeteilten Schlußfolgerungen. Offenbar müssen zur Aufstellung einer brauchbaren Beziehung zwischen Viskositätszahl und dem Gewichtsmittelwert des Molekulargewichts enge Fraktionen untersucht werden.

H. Diener (Frankfurt a. M.)

Henry, M. P. (Res. Center, Hercules Powder Comp., Wilmington, Del. USA). **Fraktionierung von Polyäthylen.** (J. Polymer Sci. **36**, 3–19, 1959.)

Es werden ein Verfahren und eine Apparatur beschrieben, die geeignet sind, Polyäthylene von hohen Dichten durch Extraktion zu fraktionieren. Zwei solche Fraktionsproben werden mit Hilfe von Viskositäts- und Lichtstreuungsmessungen näher präzisiert. Als Lösungsmittel diente Tetralin. Zwischen der Grenzviskosität und dem Gewichtsmittel des Molekulargewichtes wurde die folgende Beziehung gefunden:

$$[\eta] = 4{,}6 \cdot 10^{-4} M_w^{0.73} .$$

Ein Beweis für die Trennschärfe der neuen Methode wurde durch die Trennung zweier Fraktionen, die vereinigt und wieder fraktioniert wurden, geliefert. *H. Diener* (Frankfurt a. M.)

Leadernan, H., R. G. Smith u. *L. C. Williams* (Nat. Bur. of Standards, Washington, D. C., USA). **Die Rheologie des Polyisobutylens. 3. Elastische Rückfederung, nicht-Newtonsches Fließen und Molekulargewichtsverteilung.** (J. Polymer Sci. **36**, 233–257, 1959.)

Die Momente der Molekulargewichtsverteilung wurden in der Gleichgewichtsultrazentrifuge für zwei rohe Fraktionen von Polyisobutylen unter idealen Bedingungen gemessen. Fließmessungen und Bestimmung der elastischen Rückfederung wurden an diesen Materialien und an einer Reihe von Mischungen ausgeführt. Das nicht-*Newton*sche Fließen bei kleinen Schubspannungen wurde durch den Reziprokwert des inneren Schubmoduls charakterisiert, die elastische Rückfederung durch die stationäre elastische Komplianz, die etwa dreimal so groß ist wie der Reziprokwert des inneren Schubmoduls. *H. Diener* (Frankfurt a. M.)

Madorsky, S. L. u. *S. Strus* (Polymer Structure Sect., Nat. Bur. of Standards, Washington, D. C., USA). **Thermischer Abbau von Polyäthylenoxyden und Polypropylenoxyden.** (J. Polymer Sci. **36**, 183 bis 194, 1959.)

Polyäthylenoxyd, sowie isotaktische und ataktische Polypropylenoxyde wurden im Vakuum bei Temperaturen zwischen 265° und 363° der Pyrolyse unterworfen. Ein Teil der Untersuchungen bestand in der Fraktionierung der Abbauprodukte und in der qualitativen und quantitativen Analyse der Fraktionen. Ein zweiter Teil war der Messuug der Abbaugeschwindigkeit und der Berechnung der Aktivierungsenergien aus diesen Geschwindigkeiten gewidmet. Im Vergleich zu den nicht sauerstoffhaltigen Polymeren, Polyäthylen und Polypropylen, sind die sauerstoffhaltigen Polymere thermisch weniger beständig, ergeben größere Mengen monomerer Bruchstücke und besitzen niedrigere Aktivierungsenergien. *H. Diener* (Frankfurt a. M.)

Moore, L. D. jr. (Res. Labs. Tennessee Eastman Comp., Div. of Eastman Kodak Comp. Kingsport, Tenn., USA). **Beziehungen zwischen der Schmelzviskosität, der Lösungsviskosität, dem Molekulargewicht und der Langkettenverzweigung in Polyäthylen.** (J. Polymer Sci, **36**, 155–172, 1959.)

Es ist bekannt, daß bei gleichem Gewichtsmittelwert des Molekulargewichts verschiedene Viskositäten resultieren, je nach dem Verzweigungsgrad der Hochpolymeren. Mit zunehmender Verzweigung sinkt die Viskosität. Diesen Rückgang der Zähigkeit hat man seither einer Zunahme des freien Volumens auf Grund einer Kurzkettenverzweigung zugeschrieben. In der vorliegenden Arbeit wird eine Theorie vorgelegt, in welcher die Herabsetzung der Viskosität auf die Gegenwart einer Langkettenverzweigung zurückgeführt wird. Diese Theorie fordert eine lineare Beziehung zwischen dem Logarithmus des Schmelzindex und der Viskositätszahl in einem idealen oder Θ-Lösungsmittel. Diese Beziehung wird durch die Experimente verifiziert. Eine weitere Einsicht in das viskose und viskoelastische Verhalten von Polyäthylenproben wurde durch die Beobachtung erhalten, daß eine eingehende Analyse der Lichtstreuungsergebnisse die Tatsache erklären konnte, daß Proben mit praktisch gleichem Schmelzindex verschiedene Lösungsviskositäten in einem guten Lösungsmittel hatten, was auf die Unterschiede im *Flory*schen Expansionsfaktor zurückgeführt wird. *H. Diener* (Frankfurt a. M.)

Moore, jr. *L. D.* u. *V. G. Peck* (Res. Labs., Tennessee Eastman Comp., Div. of Eastman Kodak Comp. Kingsport, Tenn., USA). **Untersuchungen von in einigen Hochdruck-Polyäthylenen auftretenden groben Partikeln.** (J. Polymer Sci. **36**, 141–155, 1959.)

Die Lichtstreuung von Lösungen von Hochdruck-Polyäthylenen läßt die Anwesenheit von sehr großen Teilchen erkennen, die sich nicht quantitativ durch ein Filter entfernen lassen. Wenn diese Teilchen Polyäthylenmoleküle sind, haben sie einen beträchtlichen Einfluß auf die Verteilungsbreite der Molekulargewichte. Es werden experimentelle Beweise angeführt, die zeigen, daß die Partikel keine Fremdkörper sind, sondern möglicherweise einzelne Polyäthylenmoleküle von sehr hohem Molekulargewicht, etwa 40000000. Eine elektronenmikroskopische Methode zur Sichtbarmachung solcher Teilchen wird beschrieben.
H. Diener (Frankfurt a. M.)

Slichter, W. P. (Bell Telephone Labs., Inc., Murray Hill, N. J., USA). **Kristallstrukturen von aus ω-Aminosäuren hergestellten Polyamiden.** (J. Polymer Sci. **36**, 259–266, 1959.)

Die Kristallstrukturen einiger aus ω-Aminocarbonsäuren dargestellter Polyamide wurden bei Raumtemperatur mittels Röntgenbeugung untersucht. Es wurde gefunden, daß es zwei Gruppen von Aminosäurenpolymeren gibt: Diejenigen, die aus Monomeren mit einer ungeraden Anzahl von Kohlenstoffatomen entstehen und an die trikline Struktur erinnern, die bei den Polyamiden aus geradzahligen Diaminen und geradzahligen Dicarbonsäuren auftreten, ferner diejenigen, die aus Aminosäuren mit einer geraden Anzahl von Kohlenstoffatomen entstehen und an die hexagonalen Strukturen der Polymeren aus ungeradzahligen Diaminen und ungeradzahligen Dicarbonsäuren erinnern. Man vermutet, daß die Bevorzugung einer Kristallform gegenüber der anderen zum größten Teil von den Details der Kopplung zwischen den Amidgruppen an benachbarten Ketten abhängt. Zum Schluß werden Modelle für die molekulare Anordnung der Strukturelemente diskutiert.
H. Diener (Frankfurt a. M.)

Trementozzi, Q. A. (Plastics Div., Monsanto Chem. Comp., Springfield, Mass., USA). **Molekulargewichte und Molekülдimensionen von linearen und verzweigten Polyäthylenen.** (J. Polymer Sci. **36**, 113–128, 1959.)

Das Verhalten von linearen Polyäthylenen in verschiedenen Lösungsmitteln wurde mittels der Methode der Lichtstreuung, des osmotischen Druckes und der Viskosität untersucht. Es wird gezeigt, daß sich Polyäthylen assoziieren kann. Der Assoziationsgrad nimmt mit steigendem Molekulargewicht zu. Die Assoziation ist im wesentlichen eine Funktion des verwendeten Lösungsmittels. Liegen ungestörte Molekülдimensionen vor, so zeigt es sich, daß sie bei Polyäthylenen beträchtlich größer als die von Polystyrolen von gleichem Polymerisationsgrad sind, d. h. Polyäthylen ist wesentlich steifer und etwa mit Cellulosederivaten vergleichbar. Bei genügend hohen Polymerisationsgraden ist die Gleichung von *Fox-Flory* gültig.
H. Diener (Frankfurt a. M.)

Tung, L. H. (Polychemicals Res. Dept., High Pressure Lab., The Dow Chemical Comp., Midland, Mich., USA). **Lichtstreuungsuntersuchungen an Niederdruck-Polyäthylenfraktionen.** (J. Polymer Sci. **36**, 287–295, 1959.)

Fraktionen von Niederdruckpolyäthylen mit Molekulargewichten über 100000 wurden mit Hilfe der Lichtstreuungsmethode untersucht. Die Ergebnisse sprechen für die Gegenwart von Langkettenverzweigungen in den Fraktionen mit Molekulargewichten über 300000. Die Beziehung Molekulargewicht/Viskosität für lineare Polyäthylene lautet:

$$[\eta] = 4{,}6 \cdot 10^{-4}\, \overline{M}_w{}^{0{,}725}$$

bei Benutzung von Tetralin als Lösungsmittel bei 130°. Diese Beziehung liefert ein Molekulargewicht, das etwa 1,15mal größer ist als das früher durch die Bestimmung des Zahlenmittelwerts des Molekulargewichts der Fraktionen erhaltene.

H. Diener (Frankfurt a. M.)

6. Experimentelle Methodik

a) Methoden und Geräte

Bach, G. (Physiol. Inst. d. Univ. Gießen). **Über die Größenverteilung von Kugelschnitten in durchsichtigen Schnitten endlicher Dicke.** (Z. wiss. Mikrosk. **64**, 265–270, 1959.)

Ausgehend von einer *Volterra*schen Integralgleichung 2. Art und der einfacheren ihrer 2 Auswertungen werden die beiden Verteilungstypen nach *Pearson* und nach einer Rechtecksverteilung untersucht, zu beiden die zugehörigen Nomogramme zur Ermittlung des mittleren Kugelradius wie zu jener der mittleren und oberen Grenze der Rechteckverteilung mitgeteilt und zu beiden Näherungsverfahren zur Erhöhung der Genauigkeit angedeutet. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Boersch, H., H. Hamisch und *K. H. Löffler* (I. Physik. Inst. d. Techn. Univ. Berlin). **Elektronenoptische Herstellung frei tragender Mikrogitter.** (Naturwiss. **46**, 596, 1959.)

Auf einer Lackschicht über Kupferunterlage wird mit Elektronen ein Maschennetz verkleinert abgebildet, der Lack an unbestrahlten Stellen gelöst, auf den freigelegten Kupferstellen elektrolytisch Nickel niedergeschlagen und das entstandene Nickelgitter durch Chromsäure vom Kupfer und Lack befreit. *H. H. Pfeiffer* (Bremen)

Bosian, G. (Botan. Abt. d. Landes-Forsch.Anst. f. Wein- u. Gartenbau, Neustadt/Weinstr.). **Zum Problem des Küvettenklimas: Temperatur- und Feuchteregulierung.** (Ber. Dtsch. Bot. Ges. **72**, 391 bis 397, 1959.)

Das beschriebene Gerät zur vollautomatischen Regulierung der Temperatur in der Größe der Versuchspflanze angepaßten Spezialküvetten zur Standortstemperatur mit einer Toleranz von $\pm$ 1° und des relativen Feuchtegrades mit einer Genauigkeit von 5% benutzt als Trockenaggregat einen Trockenturm mit $CaCl_2$ oder Kieselgel oder konz. H_2SO_4, steuert den Luftdurchgang über ein schwachstrom-betriebenes Magnetventil und reguliert die Feuchte durch einen Differentialregler zweier Hygrometer und zwei weiterer Hygrometer zur Kontrolle. Die Luftanalyse auf CO_2 erfolgt mittels eines Ultrarot-Absorptionsschreibers.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Engel, T. (Offenbach a. M.). **Zur Verflüssigung thermoplastischer Kunststoffe. Neues Aufschmelzverfahren zum Strangpressen sowie für die Spritzguß-Vorplastifizierung.** (Kunststoffe **49**, 406–407, 1959.)

In dem neu entwickelten „*Engel*-Extruder" wird das zu verarbeitende Kunststoffgranulat vor Eintritt in die Schnecke auf einem indirekt beheizten, rotierenden Teller geschmolzen. Der Extruderschnecke kommen also nur noch die Funktionen des Förderns und Mischens zu. Der Betrieb der Maschine kann leicht überwacht werden und erfordert nur wenig Energie.

A. Giller (Wiesbaden)

Hellfritz, H., H. Krämer u. *W. Schmieder* (Lab. für Lösungsm. und Kunststoffe d. Farbw. Hoechst AG, Frankfurt/M.-Höchst). **Untersuchung makromolekularer Substanzen durch osmotische Messungen. 2.** (Kunststoffe **49**, 391–400, 1959.)

Die Selektivität von Membranen kann durch osmotische Messungen nach der Relativitätsmethode mit makromolekularen Substanzen mit enger Molekulargewichtsverteilung oder nach der Absoluttestmethode durch Verwendung von Ur-Eichsubstanzen mit bekanntem Molekulargewicht bestimmt werden. Die zuletzt genannte Methode ist vorteilhafter und gestattet es, den Einfluß des Lösungsmittels und der zu messenden Substanzen auf die mechanische und chemische Struktur der Membran zu erfassen. Als Ur-Eichsubstanzen stehen eine ganze Reihe von Stoffen mit Molekulargewichten von 384 (Amaron) bis 33000 (Chymotrypsinogen) zur Verfügung.

Osmotische Messungen der Verfasser an Insulin als Ur-Eichsubstanz und an molekulareinheitlichen Diol-oligo-urethanen ergaben, daß bei „Ultracella allerfeinst"-Membranen die Semipermeabilitätsgrenze bei etwa 3000 liegt. Sie ist, wie Messungen an Polyvinylacetat-Eichfraktionen zeigen, vom Lösungsmittel abhängig.

Andere Bearbeiter geben bei Ultrafiltern aus Acetylcellulose eine Selektivitätsgrenze von etwa 1200 an.

Die Porengröße der Membranen ist sehr unterschiedlich und sollte jedesmal durch Eichversuche bestimmt werden.

Bezugnehmend auf Veröffentlichungen anderer Autoren werden die Aussichten zur Fraktionierung höhermolekularer Substanzen erörtert. Weiterhin werden verschiedene Membrantypen, die Struktur der Poren und die Möglichkeiten zur Herstellung feiner Löcher in Folienmaterial besprochen.

A. Giller (Wiesbaden)

Roeser, K.-R. (Haan/Rheinl., Kirchstr. 28). **Neue Möglichkeiten der Verwendung von Coelestinblau in der mikroskopischen Technik.** (Z. wiss. Mikrosk. **64**, 305–306, 1959.)

Der Beizenfarbstoff eignet sich nicht nur als Chromlack, sondern in den vier mitgeteilten Modifikationen (gelöst in aq. dest. od. isotonischen Lösungen; durch Eisessigzusatz zugleich zum Fixieren; durch weiteren Zusatz gleicher Menge Eisenalaun zu scharfer Kernfärbung; durch Hinzutropfen von H_2SO_4 zur Darstellung der Kernäquivalente von Bakterien und der Hefekerne), auch zur Hervorhebung verschiedener Zellorganelle.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Stadelmann, E. (Bot. Inst. d. Univ. Freiburg/Schweiz). **Eine einfache Durchströmungskammer (mit historischem Überblick über Durchflußkammern).** (Z. wiss. Mikrosk. **64**, 286–298, 1959.)

Nach einleitender Betrachtung der Aufgaben von Durchströmungskammern werden frühere Konstruktionen zur Beobachtung des Wachstums von Mikroorganismen und Gewebekulturen und zur Beobachtung experimentell ausgelöster Alterationen zusammengestellt und die eigene *Ganzglas-Kammer* für Dauerbeobachtungen mikroskopischer Schnitte und zu schneller Auswechselung des Milieus nach Bau und Arbeitsweise geschildert. Mittels eines besonders konstruierten Hahnes kann zwischen 4 Durchströmungsmedien gewählt werden. Der Transport durch das Gesichtsfeld erfolgt durch Unterdruck auf der Abflußseite mittels Wasserstrahlpumpe, Saugheber oder peristaltischer Pumpe. Das oben abschließende Deckglas ist zum Einbringen des Objekts abnehmbar.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

b) Analyse

Birkofer, L. und *G. Leithäuser-Wietecki* (Chem. Inst. d. Univ. Köln). **Papierchromatographische Trennung von Phenazinderivaten.** (Naturwiss. **46**, 669, 1959.)

Der eindeutige Nachweis der Phenazine gelingt mit hydrophobiertem oder acetyliertem Papier und mit zweidimensionalem (mit saurem und mit ammoniakalischem Lösungsmittel) absteigendem Verfahren und Prüfung auf gelbe oder rote Fluoreszenz im UV-Licht oder auf dunklen Fleck. Zur Beschreibung der relativen Lage der einzelnen Derivate werden die R_f-Werte mitgeteilt.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Kotter, L. und *O. Prändl* (Inst. f. Nahrungsmittelkd. d. Tierärztl. Fakult. d. Univ. München). **Zur Bestimmung des Kollagenanteils in Wurstwaren mit dem Integrationstisch.** (Z. wiss. Mikrosk. **64**, 257–264, 1959.)

Die histologische Erfassung des Kollageneiweiß erfolgt nach Aufgeben mehrerer anderer Färbungen mittels Anilinblau-Goldorange; dadurch hebt sich das gelbe Muskeleiweiß spezifisch und kontrastreich von dem blauen Kollagen ab. Zur Ermittlung der von beiden bedeckten Flächen dient der *Leitz*sche Integrationstisch. Untersucht wird auf 10 Meßlinien/mm; deren Vermehrung ergibt keine größere Genauigkeit des Ergebnisses und ist ebenso wie die Anwendung eines Integrationsokulars verworfen worden. Zu forensischen Zwecken wurden 10 gefärbte Schnitte aus verschiedenen Regionen des Untersuchungsgutes vermessen.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

Nüske, R. (Inst. f. Mikrobiol. d. Dt. Akad. d. Wiss., Jena). **Verfahren zum Schnellnachweis der alkalischen Phosphatase.** (Naturwiss. **46**, 668–669, 1959.)

Anwendung eines Reagenzpapiers mit Mono-α-naphthyl-phosphorsäure bei p_H 9,2–9,6 zu qualitativer Kontrolle von Eluaten der Chromatographie. Mittels einer Verdünnungsreihe und Vergleich mit einem Standard ist eine halbquantitative Auswertung möglich. Bei Na_2CO_3-Zusatz ist das Reagens auch zum Besprühen von Papierelektropherogrammen phosphatasehaltiger Proteingemische brauchbar.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

7. Kunststoffe und Kautschuk

a) Polyplaste

Birnthaler, W. und *G. Falk* (Entwicklungsabtl. der Kabel- und Metallwerke Neumeyer A.G., Nürnberg). **Wetterbeständigkeit von weichgemachten PVC-Massen für die Kabel- und Leitungstechnik.** (Kunststoffe **49**, 439–446, 1959.)

Über die Zunahme der Versprödung von Weich-PVC-Fellen bei Bewitterungsversuchen gibt praktisch nur die nach der Kälteschlagprüfung gemessene Versprödungstemperatur Auskunft. Ihr Anstieg hängt ab von der Art und Menge des eingesetzten Weichmachers, vom PVC-Typ und auch von der thermischen Beanspruchung der PVC-Felle während der Herstellung.

Größere Änderungen des Weichmachergehaltes durch Auswaschen oder Verseifen während der Bewitterungsversuche konnten nicht festgestellt werden. Durch Mitverwendung von Stabilisatoren und Pigmenten, besonders wirkungsvoll ist Ruß, kann die Versprödung erheblich verringert werden. Vorteilhafte Wirkungen haben kleine Mengen Maleinsäureanhydrid, die mit den durch Bewitterung entstehenden Dien-Systemen nach *Diels-Alder* reagieren können.

A. Giller (Wiesbaden)

Buchner, N. (Inst. f. Lebensmitteltechnologie und Verpackung, München). **Theorie der Gasdurchlässigkeit von Kunststoff-Folien. Eine kritische Literaturübersicht.** (Kunststoffe **49**, 401–406, 1959.)

Der Verfasser beschreibt die theoretischen Ansätze, die für den Durchgang von Gasen durch Folien in Frage kommen können, und vergleicht die nach diesen Ansätzen zu erwartenden Ergebnisse mit aus der Literatur entnommenen wirklichen Meßwerten. Der Vergleich zeigt, daß der Gasdurchgang bei allen Kunststoff-Folien nur nach der durch die „Lösungsdiffusion" beschriebenen Gesetzmäßigkeit stattfinden kann. Die Kunststoff-Folien müssen danach als porenfrei betrachtet werden. Die Gesetzmäßigkeiten der „Lösungsdiffusion" werden dargelegt und erörtert.

A. Giller (Wiesbaden)

Ebersbach, H.-W. und *K.-H. Michl* (Kunststoff-Abteilung der Wacker-Chemie GmbH., Burghausen/Obb.). **Innerlich weichgemachtes Polyvinylchlorid. Ein Beitrag zum Problem des schlagfesten PVC.** (Kunststoffe **49**, 513–516, 1959.)

Die innerlich weichgemachten PVC-Sorten Vinnol H 310/65, H 315/65 und H 320/65 werden durch Suspensionspolymerisation eines Monomerengemisches gewonnen, das als weichmachende Komponente langkettige Ester auf Äthylen-1,2-dicarbonsäure-Basis enthält. Sie liefern bei der Messung der Schlagarbeit Werte von 80–140 cm · kg. Die Wärmeformbeständigkeit ist trotz der Weichmachung recht gut. Versprödungserscheinungen treten auch bei längerer Lagerung nicht auf. Außer den Eigenschaften der Produkte werden die Verarbeitungs- und Anwendungsmöglichkeiten beschrieben.

A. Giller (Wiesbaden)

Gaube, E. (Frankfurt/M.-Höchst). **Zeitstandfestigkeit und Spannungsrißbildung von Niederdruckpolyäthylen.** (Kunststoffe **49**, 446–454, 1959.)

Die Zeitstandkurven von Niederdruckpolyäthylen verlaufen zunächst flach und fallen anschließend steil ab. Im Bereich des flach verlaufenden Kurventeils reißen die Proben durch Verfor-

mungsbrüche, während im Gebiet der steil abfallenden Kurve der Bruch eine Folge verformungsloser Spannungsrißbildung ist. die Bildung von Rissen wird außerdem an auf Dorne mit verschiedenen Durchmessern gezogenen Proben untersucht, wobei die auftretenden Risse die charakteristischen Merkmale der bei den Zeitstandversuchen beobachteten Spannungsrisse aufwiesen. Wie sich zeigte, ist die Spannungsrißbildung vom umgebenden Medium abhängig und setzt bei Prüfung in netzmittelhaltigem Wasser früher ein als in Wasser oder Luft. Nach den gezeigten Rißbildern geht die Rißbildung von Schwachstellen aus. Diese entstehen, wie eingehend dargelegt wird, durch Überwindung *van der Waals*scher Kräfte zwischen verschieden orientierten Molekülen durch die angelegte Zugkraft. *A. Giller* (Wiesbaden)

Röhm, W. und *H. Glässer* (Farbenfabriken Bayer, Dormagen). **Cellit-Sinterpulver zur Verarbeitung nach dem Wirbelsinterverfahren.** (Kunststoffe **49**, 503–505, 1959).

„Cellit" ist ein von den Farbenfabriken Bayer A.G. hergestelltes Sinterpulver aus Celluloseacetobutyrat, das nach dem Wirbelsinterverfahren auf Glas, Keramik, Holz und Pappe aufgetragen werden kann. Es wird dort eingesetzt, wo ein glänzender oder matter, korrosionsfester oder gut isolierender Überzug verlangt wird, der auch eine gute Stoß- und Schlagfestigkeit aufweist.

A. Giller (Wiesbaden)

Wick, G. und *H. König* (Chemische Werke Hüls, Marl/Krs. Recklinghausen). **Schlagzähe PVC-Granulate.** (Kunststoffe **49**, 506–512, 1959.)

Zur Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit wurde PVC mit einem Elastomeren mit geringer Alterungsanfälligkeit und guter Verarbeitbarkeit modifiziert. Die Eigenschaften der Produkte der verschiedenen Anwendungsformen werden eingehend beschrieben. *A. Giller* (Wiesbaden)

Wick, G. u. *G. Weber* (Marl/Krs. Recklinghausen). (Anwendungstechn. Abtlg. Kunststoffe-Entwicklung d. Chem. Werke Hüls). **Ein neues PVC für Plastisole: Vestolit SB 70.** (Kunststoffe **49**, 455–458, 1959.)

Vestolit SB 70 zeichnet sich durch geringen Emulgatorgehalt, geringere Wasserempfindlichkeit und niedrigere Viskosität in Pasten aus. Die Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten werden besprochen. *A. Giller* (Wiesbaden)

b) Elastomere

Brooks, M. C., F. W. Boggs u. *R. H. Ewart* (Wayne, N. J., USA). **Einfluß der chemischen Natur der Füllstoff-Oberfläche auf die Verstärkungseigenschaften.** (Kautschuk und Gummi **12**, WT 179–WT 186, 1959.)

Der verstärkende Effekt von Ruß in Kautschukmischungen wird durch das Zustandekommen von Füllstoff-Kautschukbindungen ausgelöst. Von dieser Erkenntnis ausgehend, wurden hydroxylgruppenhaltige Kieselsäuren oberflächlich mit Organo-Chlorsilanen umgesetzt. In Styrol-Butadien-Kautschuk-Mischungen geben die mit Vinyl-, Allyl- oder Butenylsilanen behandelten Kieselsäuren ausgezeichnete Verstärkereffekte. Sie erhöhen durch Covulkanisation der ungesättigten Gruppen in der Füllstoffoberfläche mit dem Elastomer die Zerreißfestigkeit, den Modul, die Abriebfestigkeit, den Widerstand gegen Ermüdungserscheinungen und verringern die bleibende Verformung. In den langsamer vulkanisierenden Butylkautschukmischungen sind Kieselsäurefüllstoffe mit der träger reagierenden Cyclohexenylsiloxanoberfläche vorteilhafter.

Durch Kondensation von Alkenylchlorsilanen mit Glykolen wurden Silan-Hilfsmittel entwickelt, die bei gemeinsamem Einmischen mit dem Füllstoff in die Elastomeren und anschließendem kurzzeitigem Heißwalzen der Mischungen einen gleich guten Verstärkungseffekt bewirken.

Aus den zahlreichen Tabellen geht hervor, daß die modifizierten Kieselsäurefüllstoffe gleich viel besser verstärken als Aktivruße.

A. Giller (Wiesbaden)

Cunneen, J. I. u. *F. W. Shipley* (British Rubber Producers' Res. Assoc., Welwyn Garden City, Herts., Großbritannien). **cis-trans-Isomerisierung in Polyisoprenen. 1. Verbesserung der Tieftemperatureigenschaften von natürlichem Kautschuk durch Reaktion mit Thiolsäuren in Lösung und in Latex.** (J. Polymer Sci. **36**, 77–90, 1959.)

Naturkautschuk wird durch Reaktion mit einer kleinen Menge einer Thiolsäure in einen modifizierten Kautschuk umgewandelt, der bei niedrigen Temperaturen viel langsamer kristallisiert als der ursprüngliche Kautschuk. Diese Änderung der Kristallisationsgeschwindigkeit ist wahrscheinlich auf die Umwandlung einiger cis-Doppelbindungen des Naturkautschuks in die trans-Konfiguration zurückzuführen. Die Darstellung des modifizierten Kautschuks aus Latex und seine physikalischen Eigenschaften werden in Einzelheiten beschrieben.

H. Diener (Frankfurt a. M.)

Luttropp, H. (Schkopau). **Quellung und Entquellung von Weichgummi.** (Fortsetzung und Schluß.) (Kautschuk und Gummi **12**, WT 186 bis WT 190, 1959; vgl. Referat Kolloid-Z. **167**, 156.)

Bei höheren Temperaturen beginnt die Quellung von Weichgummi früher. Eine Abhängigkeit des Quellungsmaximums von der Temperatur ließ sich nicht feststellen.

Wie weitere Untersuchungen ergaben, werden bei der Quellung von Weichgummi in Benzin und Benzol wahrscheinlich nur die weniger festen physikalischen Bindungen aufgehoben. Diese werden nach der Entquellung wieder voll wirksam. Die festeren chemischen Bindungen werden beim Quellungsvorgang nicht beeinträchtigt.

Bei der Quellung von Naturkautschukvulkanisaten in Butylamin bzw. Butylamin-haltigem Benzol treten irreversible Änderungen im molekularen Aufbau ein, die eine Zunahme der Dehnung und eine Abnahme der Spannungswerte nach der Entquellung zur Folge haben. Buna S 3-Vulkanisate verhalten sich ähnlich, werden aber weniger verändert. *A. Giller* (Wiesbaden)

Mocker, F. u. *I. Old* (Veith-Gummiwerke A.G., Höchst/Odw.). **Polarographische Schnellbestimmung des Beschleunigergehaltes in Vulkacit DM-, Vulkacit CZ-, Ethylac- und Thiuram-Batches.** (Kautschuk und Gummi **12**, WT 190–WT 191, 1959.)

Die Schnellmethode gestattet die quantitative Bestimmung von Vulkanisationsbeschleunigern in 2 Stunden. Die zu untersuchende Vormischung wird in Chloroform gelöst und der Kautschukanteil mit Methanol gefällt. Zur Polarographie wird das Filtrat verwendet. *A. Giller* (Wiesbaden)

Scheele, W., H.-E. Toussaint und *Y.-K. Chai* (Kautschukinstitut d. T.H., Hannover). **Zur Kenntnis der Vulkanisation hochelastischer Polymerisate. 25. Die Vulkanisation von Naturkautschuk und synthetischen Kautschuken durch Schwefel in Anwesenheit von Sulfenamiden (I).** (Kautschuk und Gummi 12, WT 122–WT 128, 1959.)

Die Untersuchung der Vulkanisation von Perbunan 2818 durch Schwefel in Gegenwart von N-Cyclohexyl-2-benzothiazolylsulfenamid (CZ) bei verschiedenen Temperaturen und Konzentrationen der Reaktanden ergab, daß die Schwefelkonzentration unter allen Bedingungen und auch bei Verwendung von Cyclohexylammonium-benzothiazolylmercaptid (CBM) nach der 0,8-ten Ordnung abnimmt. Das CBM wird als eigentlicher Beschleuniger betrachtet. Es bildet sich während der Inkubationszeit aus CZ durch Umsatz mit Kautschuk. Die Schwefelabnahme nach gebrochener Ordnung wird als Folge eines komplexen Vorganges angesehen und deutet das Abreagieren einer Zwischenverbindung an. Für die Geschwindigkeitskonstanten der 0,8-ten Ordnung ergeben sich Abhängigkeiten vom molaren Verhältnis $CZ:S_8$.

A. Giller (Wiesbaden)

11. Agrikulturchemie und Schädlingsbekämpfung

Meyer-Uhlenried, K. H. (Forstbot. Inst., Freiburg/Br.). **Eine Methode zur Präparation von Holzfasern zu Meßzwecken.** (Z. wiss. Mikrosk. **64**, 303 bis 304, 1959.)

Zwecks Verbesserung der Meßbedingungen an den Holzfasern wird im Anschluß an schonsame Mazeration mit Chrom- und Salpetersäuregemisch entwässert und in Cyclonlack und Verdünnungsmittel *L* (beide: *Naegeli & Eschmann*, Zürich) eingeschlossen; dadurch verteilen sich die Faserzellen gleichmäßig ohne Überschneidung und erleichtern ihre Vermessung.

H. H. Pfeiffer (Bremen)

19. Industrielle Verfahrenstechnik

Hopff, H. (Zürich/Schweiz). **Die Technik der Polymerisation.** (Kunststoffe **49**, 494–500, 1959.)

Mit der Beschreibung der Blockpolymerisation von Vinylacetat beginnend, wird die Entwicklung dieses Verfahrens aus primitiven Anfängen bis zur kontinuierlichen Arbeitsweise bei der Polymerisation von Styrol, Äthylen, Butadien, Isobutylen und Methacrylsäureester geschildert.

Die Fällungspolymerisation ist ein Spezialfall der Lösungspolymerisation. Sie wurde schon 1939 zur Polymerisation von Äthylen in Methanol unter niedrigen Drucken angewandt.

Die Perlpolymerisation wird als wassergekühlte Blockpolymerisation betrachtet. Sie liefert glasklare Produkte von sehr hohem Molekulargewicht.

Durch Emulsionspolymerisation werden in erster Linie die synthetischen Kautschuke und Polyvinylchlorid hergestellt.

Die praktische Durchführung der Verfahren wird durch Schemazeichnungen anschaulich gemacht.

A. Giller (Wiesbaden)

Sommer, S., S. Wagener und *H. Ebner* (Farbwerke Hoechst A.G., Frankfurt/M.-Höchst). **Modell-Apparatur zur kontinuierlichen Polyäthylen-Herstellung unter Verwendung von Ziegler-Mischkatalysatoren.** (Kunststoffe **49**, 500–502, 1959.)

Es wird eine kontinuierlich arbeitende Modell-Apparatur zur Herstellung von Polyäthylen unter Verwendung von *Ziegler*-Mischkatalysatoren beschrieben, die auf der Weltausstellung in Brüssel und auf der Kunststoffausstellung in Düsseldorf gezeigt wurde.

Das Monomere polymerisiert unter Stickstoff an dem in einem Dispersionsmittel suspendierten Kontakt zu unlöslichem Polymeren. Dieses wird nach Zerstörung des Katalysators durch Alkohol vom Dispersionsmittel durch Filtration und Wasserdampfdestillation befreit und danach getrocknet.

A. Giller (Wiesbaden)

Corrections

quant à:

Etudes sur les fibres naturelles et de synthèse

IV. Enthalpie et entropie de mélange du collagène amorphe avec l'eau

par J. F. M. Oth, (Bruxelles)

Kolloid-Z., **168**, 49–56 (1960)

Certaines erreurs se sont glissées dans les formules de notre manuscrit envoyé à l'imprimeur et n'ont donc pas été corrigées dans l'article publié récemment [Kolloid-Z., **168**, 49–56 (1960)].

Il faut donc corriger les formules [6] et [7] page 50, en les écrivant de la manière suivante:

$$\ln(1 - v_2^{éq}) + v_2^{éq} + \chi_1 v_2^{éq2} + V_1 \frac{\nu \langle\alpha\rangle_0^2}{N_a V_0}\left[v_2^{éq1/3} - \frac{v_2^{éq}}{2\langle\alpha\rangle_0^2}\right] = 0 \quad [6]$$

$$\frac{dv_2^{éq}}{d\ln T} = \varkappa_1 v_2^{éq2}\left\{\frac{V_1}{2}\frac{\nu\langle\alpha\rangle_0^2}{N_a V_0}\left(1 - \frac{3{,}33}{v_2^{éq2/3}}\right) - \frac{2 - v_2^{éq}}{1 - v_2^{éq}} - \frac{2\ln(1 - v_2^{éq})}{v_2^{éq}}\right\}^{-1} \quad [7]$$

Profitons de cette note pour attirer l'attention sur les approximations faites lors du calcul de [7].

On suppose tout d'abord χ_1 indépendant de $v_2^{éq}$ et uniquement fonction de T. L'équation [6] est alors une fonction implicite de $v_2^{éq}$ et de T de la forme:

$$F[v_2^{éq}, \chi_1(T)] = 0$$

On calcule alors [7] en écrivant:

$$\frac{dv_2^{éq}}{d\ln T} = -\frac{(\partial F/\partial \ln T)_{v_2^{éq}}}{(\partial F/\partial v_2^{éq})_{\chi_1}}$$

$$(\partial F/\partial \ln T)_{v_2^{éq}} = v_2^{éq2}\left(\frac{\partial \chi_1}{\partial \ln T}\right)_{v_2} \equiv -\varkappa_1 v_2^{éq2}$$

$(\partial F/\partial v_2^{éq})_{\chi_1}$ conduit à l'expression entre accolade dans [7] si l'on pose $\langle\alpha\rangle_0^2 = 1$ dans le terme: $\frac{v_2^{éq}}{2\langle\alpha\rangle_0^2}$ de [6], ce qui est justifié.

Les résultats numériques du tableau 4, page 53, ont effectivement été calculés avec les formules exactes et sont donc corrects.

Signalons également qu'à la page 54, deuxième colonne, deuxième ligne, il faut lire $\varkappa_1 = -0{,}34$ au lieu de $\varkappa_1 = -0{,}43$.

Autoren-Register

zur Kolloid-Zeitschrift, Bd. 168, 169 und 170 (1960)

O. = Originalarbeit, **Dk.** = Diskussionsbemerkung, **W.K.** = Wissenschaftlicher Kurzbericht, **W.T.S.** = Wissenschaftlich-technischer Sammelbericht, **P.B.** = Patentbericht, **T.** = Tagungsbericht **B.** = Buchbesprechung, **R.** = Referat, **Berichtig.** = Berichtigung, **Nachr.** = Nachruf

Die erste, fette Zahl zeigt den Band (**168, 169** oder **170**) an, die zweite die Seitenzahl

Adler, G. u. a., s. *D. Ballantine*
Aggarwal, S. L. u. a., s. *L. Marker*
Ahlbeck, R. A. u. a., s. *H. E. Ries* jr.
Ahrend, M., s. *G. Pohlmann*
Albert-Recht, F., Plasmaprotein. **R. 168**, 184
Albrecht, M. u. a., s. *G. V. Marinetti*
Albrecht, W., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 28
Alexander, B. u. a., s. *R. Goldstein*
Alexander, W. J. u. *R. D. Kross*, Viskoseherstellung. **R. 168**, 95
Ali, S. A., s. *W. U. Malik*
Allan, A. J. G., Polyäthylenfilme. **R. 168**, 180
Allen, P. E. M. u. *J. F. Harrod*, Styrolpolymerisation. **R. 169**, 188
Allen, P. E. M., *G. M. Burnett* u. a., Spaltung von Makromolekeln. 2. **R. 168**, 84
Allen, P. W., *G. Ayrey* u. *C. G. Moore*, Polymerisation von Vinylverbindungen. 2. **R. 170**, 151
Allen, W. C. u. a., s. *T. F. Berry*
Altgelt, K. u. *G. V. Schulz*, Kautschuk. **R. 169**, 192
Alzner, B. G. u. *K. C. Frisch*, Schaumstoffe. **R. 168**, 186
American Society for Testing Materials, Normung. **B. 170**, 150
Ames, D. P., *R. R. Irani* u. *C. F. Callis*, Bestimmung der Teilchengrößenverteilung. **R. 168**, 67
Anderson, H. R. jr. u. a., s. *P. M. Arnold*
Anderson, W. S., Polymerisation von Butadien. **R. 168**, 70
Ando, T., *S.-I. Ishii* u. *M. Sato*, Protamine. **R. 168**, 177
Andreeva, I. V. u. *M. M. Koton*, Polymerisation von Vinylthiophenderivaten. **R. 168**, 70
Andrews, E. H. u. *A. Walsh*, Bruchvorgang in Kautschuk. **R. 168**, 90
Anfinsen, C. A. u. a., s. *A. M. Katz*
Angier, D. J., *R. J. Ceresa* u *W. F. Watson*, Blockpolymere. **R. 168**, 90
Anonym, Elektronenmikroskopie. **B. 170**, 69
—, Mixtura mirabilis. **B. 168**, 167
—, „Wer liefert was". **B. 170**, 69
Antonini, E. u. a., s. *S. Rossi-Fanelli*
Aoki, K., Pferdeserumalbumin. **R. 170**, 80
Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V., Detmold, Getreide. **B. 168**, 64
—, Getreideforschung. **B. 168**, 165
Argyriou, D. u. a., s. *T. Skulikidis*
Arnold, P. M., *G. Kraus* u. *H. R. Anderson* jr., Butadien-Styrol-Kautschuk. **R. 168**, 90
Arthur, J. C., jr., *R. J. Demint* u. a., Aufpropfen von Acrylnitril auf Baumwolle. **R. 168**, 191
Asakura, S. u. *F. Oosawa*, Wechselwirkungen zwischen Makromolekeln. **R. 168**, 66
Asakura, S. u. a., s. *F. Oosawa*
Awe, W., *J. F. Schaller* u. *H. J. Kümmel*, Flavone von Thymus vulgaris, **R. 168**, 170
Ayrey, G. u. *C. G. Moore*, Polymerisation von Vinylverbindungen. 1. **R. 170**, 151
Ayrey, G. u. a., s. *P. W. Allen*
Aziz, K., s. *M. Wahba*

Babcock, C. L., s. *D. A. McGraw*
Bach, G., Kugelschnitte. **R. 170**, 157
Bachmann, L. u. *P. Sitte*, Ultradünnschnitte. **R. 168**, 183
Bachra, B. N., *A. E. Sobel* u. *J. W. Stanford*, Kollagen. **R. 168**, 170
Badenhuizen, N. P., Chemie und Biologie des Stärkekorns. **B. 168**, 64
Bak, T. A. u. *W. G. Kauman*, Elektrodiffusion. **R. 168**, 167
Balasz, E. A., *A. A. Bothner-By* u. *J. Gergely*, Makromolekulare Verbindungen. **R. 168**, 167
Ballantine, D., *A. Glines* u. a., Pfropf-Copolymerisation. **R. 168**, 70
Baltzer, P., *P. S. Oken* u. *A. H. Whiteley*, Seeigelhybriden. **R. 170**, 151
Bamford, C. H., *A. D. Jenkins* u. a., Polyacrylnitril. **R. 168**, 181
Banderett, A., s. *W. Kobryner*
Banerjee, S. u. *M. S. Muthana*, Polymerisation von Vinylbenzoat. **R. 170**, 71
Bárány, K. s. *M. Bárány*
Bárány, M. u. *K. Bárány*, Aktive Zentren des Myosins. **R. 170**, 81
Barb, W. G., Polystyrole. **R. 168**, 181
Barb, W. G. u. *W. Mickuki*, Polymerlatex. **R. 169**, 190
Barlow, F. W. u. *R. W. Cretney*, Rußgehalt und Gebrauchswert von Kautschuk. **R. 168**, 187
Barrer, R. M. u. *L. V. C. Rees*, Zustandsgleichung adsorbierter Flüssigkeiten. **R. 168**, 68
Bartell, L. S. u. *R. J. Ruch*, Benetzung monomolekularer Schichten. 2. **R. 170**, 76
Batel, W., Haftfähigkeit trockener feinkörniger Stoffe. **R. 168**, 67
Beach, K. C., *L. F. Comper* u. *V. E. Lowery*, Verarbeitbarkeit von Kautschuk. **R. 168**, 187
Beale, D., s. *J. K. Whitehead*
Beaman, R. G., s. *V. E. Shashoua*
Beati, E. u. a., s. *G. Natta*
Becher, P., Kritische Quellbildungs-Konzentration von Ätheralkoholen. **R. 170**, 79
Becher, P. u. a., s. *S. Ross*
Becker, H., *H. Rechmann* u. *P. Tillmann*, Sedimentationsanalytische Korngrößenbestimmung. **O. 169**, 34
Beeskow, H. u. a., s. *R. Raub*
Belbéoch, B. u. *A. Guinier*, Überstrukturen des Polyäthylens. **R. 168**, 84
Belloni, J., *M. Haissinsky* u. *H. N. Salama*, Adsorption von Spaltprodukten. **R. 168**, 78
Belonovskaya, G. P. u. a., s. *B. A. Dolgoplosk*
Belt, R. F. u. a., s. *W. L. Semon*
Benenati, R. F., s. *W. M. Goldberger*
Bengough, W. I. u. *H. W. Melville*, Polymerisation von Methylmethacrylat. **R. 168**, 70

Beniska, J. u. *P. Rosner*, Kautschukvulkanisation 1. **R. 170**, 89
Benkovskij, V. G., s. *N. A. Zavorochina*
Benson, G. C., s. *P. White*
Berger, A., s. *E. Riesel*
Bernardini, F. u. a., s. *G. Natta*
Bernfeld, P., s. *E. E. Miller*
Berry, T. F., W. C. Allen u. *W. A. Hassett*, Pulverdichte. **R. 170**, 92
Bevington, J. C., J. Toole u. *L. Trossarelle*, Styrolpolymerisation. **R. 169**, 188
Bex, J. P. u. a., s. *G. Smets*
Bhargava, H. N., s. *A. C. Chatterji*
Bhatnagar, C. S., s. *R. S. Saxena*
Bhatnagar, P. D. u. *A. K. Bhattacharya*, Kataphorese lyophober Sole. **O. 170**, 29
Bhattacharya, A. K., s. *P. D. Bhatnagar*
Bier, M., Elektrophorese. **B. 168**, 164
Biggs, B. S., Alterungsschutz durch Ozon. **R. 168**, 91
Binark, H. u. *W. E. Ranz*, Tropfengrößenbestimmung in Sprühnebeln. **R. 168**, 88
Bird, G. R. u. *E. R. Blout*, Strömungsdoppelbrechung von Polypeptiden. **R. 168**, 84
Birkhofer, L. u. *G. Leithäuser-Wietecki*, Trennung von Phenazinderivaten. **R. 170**, 158
Birnthaler, W. u. *G. Falk*, Wetterbeständigkeit von Polyvinylchlorid-Massen. **R. 170**, 158
Bischoff, E., Grenzflächenverhalten pulverförmiger Festkörper. **O. 168**, 8
Biswas, B. u. a., s. *S. R. Palit*
Blair, G. W. S. u. *J. Burnett*, Rheologie der Blutklumpung. **O. 168**, 98
Blair, G. W. S. u. a., s. *A. L. Copley*
Block, R. J., S. Keller u. *D. W. Miller*, Proteine des Geflügelserums. **R. 168**, 170
Bloemendal, H. u. *L. Bosch*, Ribonucleinsäure. **R. 170**, 81
Bloemendal, H. u. *G. Ten Cate*, α-Crystallin. **R. 170**, 153
Blokh, G. A. u. *A. G. Yaroshevich*, Vulkanisation. **R. 168**, 90
Blout, E. R., s. *G. R. Bird*
Blum, G., Osmotischer Wert. **B. 168**, 165
Boardman, N., Chromatographie von Proteinen. 1. u. 2. **R. 168**, 184 u. 185
Bockemüller, W., Zonenelektrophorese. **R. 169**, 191
Bodanszky, M. u. *V. du Vigneaud*, Oxytocin. **R. 168**, 84
Bodman, O. u. a., s. *G. V. Schulz*
Boffey, B. J., R. Collison u. *A. S. C. Lawrence*, Capronsäure in wäßrigen Seifenlösungen. **R. 168**, 79
Boggs, F. W. u. a., s. *M. C. Brooks*
Booij, H. L., Protoplasma. **O. 169**, 149
—, 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 17, 85, 156, 180
Boone, C. J. u. a., s. *E. A. Wielicki*
Booss, H. J., Oxydschichtbildung auf Molybdän. **R. 170**, 95
Borchers, H., H. Jordan u. *R. Schwarzwälder*, Rekristallisation. **R. 170**, 73
Boersch, H., H. Hamisch u. *K. H. Löffler*, Mikrogitter. **R. 170**, 157
Bosch, L., s. *H. Bloemendal*
Bosian, G., Küvettenklima, **R. 170**, 157
Boström, H., s. *A. Vestermark*
Boström, S., Kautschuk-Handbuch, 1. Bd. **B. 170**, 66
Bothner-By, A. A. u. a., s. *E. A. Balazs*
Botré, C., V. L. Crescenzi u. *A. Mele*, Kolloidelektrolyte. **R. 168**, 80
Boudart, M. u. a., s. *G. Parravano*
Braddick, H. J. J., Physik des experimentellen Arbeitens. **B. 170**, 68
Brady, G. W., Siliciummonoxyd. **R. 168**, 169
Braun, D., Poly-p-lithiumstyrol. **R. 169**, 190
Brauns, R. u. *F. Chudoba*, Spezielle Mineralogie. **B. 170**, 149
Breiter, M. u. *P. Delahay*, Adsorption neutraler Substanzen. **R. 168**, 176
Breitner, H. J. O., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 41
Bresler, S. E., A. T. Osminskaja u. a., Abbau von Polymethylmethacrylat. **R. 168**, 86
Brilla, G., s. *E. Kuhnke*
Brindley, G. W. u. *M. Nakahira*, Kaolinit-Mullit-Reaktionsreihe. 1., 2. u. 3. **R. 170**, 93
Briner, G. P., s. *B. M. Johnstone*
Bristow, G. M., Quellung von Kautschuk. **R. 168**, 187
Bro, M. I. u. *C. A. Sperati*, Tetrafluoräthylenpolymere. **R. 168**, 181
Brooks, M. C., F. W. Boggs u. *R. H. Ewart*, Verstärkungseigenschaften von Füllstoffen. **R. 170**, 159
Brown, L. H. u. *D. D. Watson*, Phenol-Furfural-Harze. **R. 168**, 89
Brüche, B., Goldeinkristall-Plättchen. **O. 170**, 97
Bubser, W. u. *H. Modlich*, Schäden an Polyamidfasern. **R. 170**, 92
Buchdahl, R., R. I. Miller u. *S. Newman*, Kristallisationskinetik von Polyäthylen. **R. 170**, 155
Buchner, N., Gasdurchlässigkeit von Kunststoff-Folien. **R. 170**, 158
Buckser, S. u. *L. H. Tung*, Niederdruck-Polyäthylen. **R. 168**, 71
Bueche, F., GRS-Kautschuk. **R. 168**, 91
Buetow, D. E. u. a., s. *B. W. Wilson*
Bunag, M. M. u. *J. H. Koenig*, Keramische Dielektrika. **R. 170**, 93
Bunge, H.-J., Oberflächenspannung in Antiphasengrenzen von Legierungen des $AuCu_3$-Typus. **R. 170**, 95
Burden, J., s. *H. W. Douglas*
Burge, R. E. u. *R. D. Hynes*, Kollagen. **R. 168**, 177
Burke, W. J., S. H. Ruetman u. *H. P. Higginbottom*, Polymere aus Phenol und Formaldehyd. **R. 170**, 71
Burkhard, E., s. *A. Knappwost*
Burnett, G. M. u. a., s. *P. E. M. Allen*
Burnett, J., s. *G. W. S. Blair*
Bush, E. A. u. *F. A. Hummel*, β-Eucryptit. **R. 170**, 93
Buzágh, A., Kollagen. **O. 169**, 72
—, 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 76

Caggegi, F. u. a., s. *R. E. Morris*
Callen, H., Thermodynamik. **B. 170**, 149
Callis, C. F. u. a., s. *D. P. Ames*
Calvin, M., s. *A. E. Martell*
Cameron, G. G., D. H. Grant u. a., Copolymerisation von Methacrylsäureestern mit Methacrylnitril. **R. 170**, 151
Campbell, D. S. E., D. Cathcart u. a., Adsorption von Farbstoffen. **R. 170**, 74
Cancić, V. D., Hydrazide der Aminobenzoesäure. **R.168**, 169
Cannon, C. G., Elektronik. **B. 170**, 69
Cantow, H.-J., Ultrazentrifugierung. **R. 169**, 188
Caputo, A. u. a., s. *A. Rossi-Fanelli*
Cashen, G. H., Kaolin. **R. 168**, 169
Catchpole, H. R. u. a., s. *N. R. Joseph*
Cathcart, D. u. a., s. *D. S. E. Campbell*
Čefelín, P., J. Trekoval u. *Z. Drbálek*, ε-Caprolactampolymere. **R. 168**, 181
Cerbulis, J., J. H. Custer u. *C. A. Zittle*, Proteolyse von α-Casein. **R. 170**, 153
Ceresa, R. J. u. *W. F. Watson*, Polymerisation durch Einkneten in Kautschuk. **R. 168**, 187
Ceresa, R. J. u. a., s. *D. J. Angier*
Chai, Y.-K. u. a., s. *W. Scheele*

Chapiro, A., Bestimmung freier Radikale durch Radiolyse. **R. 168**, 71
—, Pfropfen von Polyäthylen. **R. 168**, 71
Chapman, C. B. u. *L. Valentine*, Pfropf-Copolymere von Polycaprolactam auf Vinylcopolymeren, **R. 168**, 71
Charch, W. H. u. *J. C. Shivers*, Elastomere. **R. 168**, 83
Charlesby, A., Atomstrahlung und Polymere. **B. 170**, 69
Chatterji, A. C. u. *H. N. Bhargava*, Anorganische Polyelektrolyte. 3. **O. 170**, 116
Chemische Fabrik Theodor Rotta, Textil-Hilfsmittel. **B. 168**, 167
Chen, E. S. u. a., s. *S. Ross*
Chiang, R., Viskositätszahl/Molekulargewicht-Beziehung bei Polyäthylen. **R. 170**, 155
Chinai, S. N., A. L. Resnick u. *H. T. Lee*, Poly-n-octylmethylacrylat. **R. 168**, 87
Chmelař, V. u. *J. Nosek*, Polarographie von Proteinen. **R. 168**, 177
Chudoba, F., s. *R. Brauns*
Clampitt, B. H. u. a., s. *D. E. German*
Cleffmann, G., Sulfhydrylverbindungen. **R. 168**, 185
Clegg, P. L. u. a., s. *E. A. W. Hoff*
Coates, J. H. u. *D. O. Jordan*, Desoxyribonucleinsäure. **R. 170**, 82
Cobbs W. H. jr., s. *S. W. Lasoski*, jr.
Cohn, C., s. *J. Duclaux*
Collins, R. E. u. *C. E. Cooke* jr., Randwinkel und Kapillardruck. **R. 170**, 70
Collinson, E., F. S. Dainton u. *H. A. Gillis*, Polymerisation von Isobuten. **R. 168**, 72
Collison, R. u. *A. S. C. Lawrence*, n-Octylamin in wäßrigen Seifenlösungen. **R. 168**, 80
Collison, R. u. a., s. *B. J. Boffey*
Combs, F. P. u. a., s. *H. L. Heiss*
Comper, L. F. u. a., s. *K. C. Beach*
Coenen, M., s. *A. Dietzel*
Connor, P., W. Hardwick u. *B. J. Laundy*, Teilchengrößenbestimmung. **R. 170**, 85
Conrad, C. M. u. a., s. *L. Segal*
Conway, H. F. u. *V. E. Sohns*, Dialdehydstärke. **R. 168**, 192
Cooke, C. E. jr., s. *R. E. Collins*
Cooke, K. B., M. P. Tombs u. a., Ionenaustauscherchromatographie von Serumproteinen. **R. 170**, 154
Cooper, W., G. Vaughan u. a., Pfropfpolymere aus Naturkautschuklatex. **R. 168**, 91
Copley, A. L., G. W. S. Blair u. a., Kapillares Fließen und Festhaften von Rinderblut. **O. 168**, 101
Cragg, L. H., s. *J. A. Manson*
Craig, D. u. a., s. *W. L. Semon*
Crawford, H. R. u. *M. van Winkle*, Ternäre Systeme am Siedepunkt. **R. 168**, 67
Creaser, E. H., s. *A. Taussig*
Creely, J. J., L. Segal u. *L. Loeb*, Cellulosekomplexe mit Diaminen. **R. 170**, 154
Creely, J. J. u. a., s. *L. Segal*
Cremer, E., Adsorbentien und Katalysatoren. **R. 169**, 189
Crescenzi, V. L. u. a., s. *C. Botré*
Cretney, R. W., s. *F. W. Barlow*
Cruz, M. D. u. a., s. *C. Hamalainen*
Cumberbirch, R. J. E., Celluloseacetat. **R. 168**, 191
Cunneen, J. I. u. *F. W. Shipley*, Verbesserung der Tieftemperatureigenschaften von Kautschuk
Cunneen, J. I. u. *W. F. Watson*, Guttapercha. **R. 169**, 192
—, Verringerung der Kristallisationsgeschwindigkeit von Kautschuk. **R. 169**, 192
Custer, J. H. u. a., s. *J. Cerbulis*

Dainton, F. S., P. H. Seaman u. a., Polymerisation von Acrylnitril. **R. 168**, 75
Dainton, F. S. u. a., s. *E. Collinson*
d'Amelio, V. u. *A. M. Salvo*, Kernhämoglobin. **R. 170**, 155
Damm, K., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 28
Damm, K. u. a., s. *W. Noll*
Dane, E. u. *F. Wille*, Chemisches Praktikum. **B. 170**, 149
Danielsson, I. u. a., s. *P. Ekwall*
Daruwalla, E. H. u. *R. H. Mehra*, Cellulosefasern. **R. 168**, 191
Davidge, H., Poly-N-Vinylcarbazol. **R. 170**, 84
Davie, E. W., C. R. Newman u. *P. E. Wilcox*, β-Lactoglobulin. **R. 168**, 177
Dawson, I. M. u. *D. H. Watson*, Ribonuclease. **R. 168**, 80
Delahay, P., s. *M. Breiter*
Delderik, J. M. u. *H. I. Waterman*, Katalysator aus Kieselwolframsäure und Silicagel. **R. 170**, 153
Demidova, G. I. u. a., s. *A. I. Yakubchik*
Demint, R. J. u. a., s. *J. C. Arthur*, jr.
de Paillerets, C., J. Moretti u. *M.-F. Jayle*, Proteinreinigung. 2. **R. 168**, 183
Dervichian, D. G., Molekularassoziation zwischen Alkoholen und Fettsäuren. **O. 169**, 107
Dickinson, E. J., s. *H. Karius*
Dierichs, W., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 106
Dietzel, A. u. *M. Coenen*, Benetzbarkeit von Edelmetallen durch Glasschmelzen. **R. 170**, 95
Dinkelacker, F., s. *W. Rebentisch*
Dintenfass, L., Pigmentdispersion. **O. 170**, 1
Dobiás, B., J. Spurný u. *E. Freudlová*, Flotation. **R. 170**, 78
Dobiás, B., s. *J. Spurný*
Doctor, B. P. u. a., s. *R. W. Holley*
Dogadkin, B. A., Strukturen von Vulkanisaten. **R. 168**, 91
Dole, M., s. *H. Matsuo*
Dolgoplosk, B. A., E. I. Tinyakova u. a., Carboxylierter Kautschuk. **R. 168**, 187
Dolgoplosk, B. A. u. a., s. *E. I. Tinyakova*
Dörffurth, H. u. a., s. *E. Jenckel*
Doty, P., s. *B. D. Hall*
Doty, P., s. *G. Zubay*
Douglas, C. M., s. *J. O. Konecny*
Douglas, H. W. u. *J. Burden*, Thoriumoxyd. **R. 168**, 169
Drees, O., Poliomyelitis-Virus. **R. 170**, 154
Drews, T. D., s. *M. Markels* jr.
Dreyer, W. J. u. a., s. *A. M. Katz*
Drummond, D. G. u. *J. O. Warwicker*, Küpenfarbstoffe. **R. 168**, 192
Duclaux, J. u. *C. Cohn*, Flockung. **R. 168**, 176
Duffey, D., Polyvinyl-methyläther-Elastomere. **R. 168**, 91
Dumanskij, A. V. u. *Z. M. Vascenko*, Kolloidchemie. **B. 169**, 187
Duncan, C. W., s. *R. M. Grimes*
du Vigneaud, V., s. *M. Bosanszky*
du Vigneaud, V., s. *A Light*

Early, R. u. a., s. *L. Marker*
Eaton, R. S. u. a., s. *F. S. Dainton*
Ebersbach, H.-W. u. *K.-H. Michl*, Schlagfestes Polyvinylchlorid. **R. 170**, 158
Ebner, H. u. a., s. *S. Sommer*
Echte, E., W. Scheele u. *S. Sonnenberg*, Kautschukvulkanisation mit Schwefel. **R. 170**, 89
Eggert, J., L. Hock u. *G. M. Schwab*, Lehrbuch der physikalischen Chemie. **B. 168**, 166
Eguchi, T. u. a., s. *M. Matsumoto*
v. Eichborn, J. L., Sedimentationsanalyse von Pulvern. **O. 169**, 41

v. Eichborn, J. L., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 57, 71, 85, 106, 111, 124, 130
Eiler, J. u. a., s. *K. Krekeler*
Eisenberg, A., s. *A. V. Tobolsky*
Eisenberg, H. u. *G. R. Mohan*, Polyvinylsulfonsäure. **R. 168**, 87
Ekwall, P., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 111, 124
Ekwall, P., I. Danielsson u. *L. Mandell*, Assoziationskolloide. **O. 169**, 113
Eley, D. D., Katalyse. **B. 170**, 69
Elliott, D. J. u. *W. F. Watson*, Gießfähige, polymerisierbare Mischungen. **R. 168**, 188
Elliott, J. S., R. F. Sharp u. *L. Lewis*, Kristallisation von Brushit und Apatit. **R. 168**, 69
Ellison, A. H. u. *W. A. Zisman*, Adsorption von Fluorkohlenstoffderivaten. **R. 168**, 174
Elser, F., s. *A. Ködler*
Emeléus, H. J. u. *A. G. Sharpe*, Anorganische Chemie. **B. 168**, 163
Emery, A. H. jr., Thermische Diffusion. **R. 168**, 67
Emery, A. H. jr., s. *M. Lorenz*
Emmett, P. H., Adsorption und Katalyse. **R. 168**, 174
Enderlein. H. D. u. a., s. *G. Joos*
Enders, H., Hochveredelung von Fasern. **R. 170**, 92
Engel, M. B. u. a., s. *N. R. Joseph*
Engel, T., Verflüssigen thermoplastischer Kunststoffe. **R. 170**, 157
Erbring, H., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. **O. 169**, 1
—, Diskussion **169**, 34, 85, 106, 111, 130, 148
Eridani, S., s. *G. Pozza*
Erlich, L. V., Fasern aus Polyolefinen. **R. 168**, 191
Essley, C. W. u. a., s. *F. W. Putnam*
Esteve, R. M. jr., *G. E. Wright* u. *P. B. Mack*, Ausrüstungsmittel für Baumwolle. **R. 168**, 192
Esteve, R. M. jr., s. *P. N. Pal*
Evans, H. J., s. *G. J. Neary*
Evans, R. D. u. a., s. *E. A. Wielicki*
Ewart, R. H. u. a., s. *M. C. Brooks*
Exerowa, D., s. *A. Scheludko*

Fahey, J. L. u. *A. B. Horbett*, Human-γ-Globulin. **R. 168**, 81
Fahrenfort, J. u. *H. F. Hazebroek*, Katalytische Adsorption und Zersetzung von Ameisensäure. **R. 168**, 78
Falck, W., Gallensäurelösungen. **R. 168**, 170
Falk, G., s. *W. Birnthaler*
Fatt, I., Porenstruktur von Glas. **R. 168**, 95
Fauß, R. u. a., s. *W. Noll*
Fayet, T., Glaskörper des Auges. **R. 168**, 170
Fedorova, G. B. u. a., s. *A. I. Yakubchik*
Feilchenfeld, H. u. *M. Jeselson*, Polymerisation von Äthylen. **R. 168**, 72
Fekete, F. u. a., s. *T. C. Williams*
Feldshteĭn, M., P. Orlovsky u. *B. Dogadkin*, Buna. **R. 168**, 188
Fenner, T. W. u. a., s. *R. M. Reinhardt*
Feughelman, M. u. *A. R. Haly*, Wollkeratin. **O. 168**, 107
Fielden, M. u. a., s. *W. Cooper*
Fieser, L. F. u. *M. Fieser*, Lehrbuch der organischen Chemie. **B. 169**, 187
Fieser, M., s. *L. F. Fieser*
Finkelstein, M., R. C. Petersen u. *S. D. Ross*, Quaternäre Ammoniumsalze. **R. 168**, 75
Fiquet-Fayard, F., Polymerisation von Methylmethacrylat. **R. 168**, 170
Fischer, H., K.-H. Hellwege u. *U. Johnsen*, Polymere. **W. K. 170**, 61
Fischl, J., Hämoglobin. **R. 168**, 185
Fishman, M. u. a., s. *M. M. Huque*
Fitzer, E. u. *P. Gerasimoff*, Sinterwerkstoffe. **R. 170**, 96
Follmann, G., Wasseraustausch von Sproßzellen. **R. 170**, 152
Fomicheva, M. M., s. *E. V. Kuvshinskii*
Foos, R. A., s. *H. A. Wilhelm*
Forbes, W. G. u. *L. A. McLeod*, Haftfestigkeit von Polymeren. **R. 168**, 188
Ford, T. u. a., s. *G. V. Marinetti*
Fowkes, F. M., G. S. Ronay u. *M. J. Schick*, Grenzflächenaktive Substanzen. **R. 170**, 76
Fowler, R. B. u. a., s. *W. L. Semon*
Fox, T. G. u. a., s. *M. S. Gluckman*
Franc, J. u. *J. Jokl*, Seifenkettenlänge und R_M-Wert. **R. 168**, 168
Franěk, F. u. a., s. *J. Mastner*
Franz, H. u. a., s. *H. Scholze*
Fraser, R. B. D. u. *T. P. Macrae*, Faserproteine. 2. **R. 170**, 154
Fraunberger, F. u. *A. Külb*, Verfolgung von Sintervorgängen. **R. 170**, 96
Freeman, T., Biologisches Verhalten von Human-Serumalbumin. **R. 170**, 74
Frenkel, S. J. u. a., s. *S. E. Bresler*
Frerichmann, B. u. a., s. *K. Krekeler*
Freudlová, E. u. a., s. *B. Dobiás*
Frey, H. E., Gummianalyse. **B. 169**, 187
Frič, I., s. *P. Munk*
Fricke, H., W. Landmann u. a., Ovalbumin. **R. 170**, 81
Friedman, H. A., Untersuchung von Phasengleichgewichten. **R. 168**, 88
Friedrichs, J., Glas. **B. 170**, 149
Friedrick, H. G. u. a., s. *G. Parravano*
Frisch, H. L., M. Y. Hellman u. *J. L. Lundberg*, Polystyrol. **R. 169**, 189
Frisch, K. C., s. *B. G. Alzner*
Fromherz, H., Physikalisch-chemisches Rechnen. **B. 170**, 69
Fueno, T. u. a., s. *J. Furukawa*
Fujimoto, S. u. a., s. *M. Suzuki*
Fukada, E. u. a., s. *K. Kanamaru*
Fuks, N. A., Tropfen. **B. 169**, 183
Fukui, K., T. Kagiya u. a., Polymerisation von Äthylen. **R. 170**, 71
—, Polymerisation von Olefinen. **R. 170**, 71
Fünfer, E. u. *H. Neuert*, Zählrohre und Szintillationszähler. **B. 168**, 66
Furukawa, J. u. *T. Tsuruta*, Katalyse der Olefinpolymerisation. **R. 170**, 151
Furukawa, J., T. Tsuruta u. a., Polymerisation von Olefinen. **R. 168**, 75
—, Polymerisation von Propylenoxyd. **R. 170**, 71

Gabler, W. u. a., s. *W. Mayer*
Gabor, J. u. a., s. *H. E. Ries*, jr.
Gaffney, R. F., s. *C. H. Greene*
Galli, J. R. u. a., s. *D. E. German*
Garner, F. H. u. *P. Mina*, Oberflächenalterung an der Grenzfläche „Flüssig/Flüssig". 1. u. 2. **R. 170**, 75
Gaskins, F. H., s. *W. Philippoff*
Gast, T., K.-M. Frh. v. Meysenbug u. *O. Krischer*, Erwärmungsvorgänge bei der Verarbeitung von Kunststoffen. **B. 168**, 166
Gaube, E., Niederdruckpolyäthylen. **R. 170**, 158
Gaylord, N. G. u. *H. F. Mark*, Stereospezifische Polymerisation mit gesteuerter Geschwindigkeit. **B. 169**, 182
Gehatia, M., R. K. Zahn u. *A. Kleinschmidt*, Molekulargewicht von Desoxyribonucleinsäure. **O. 169**, 162
Gehatia, M. u. a., s. *A. Kleinschmidt*
Gehatia, M. u. a., s. *R. K. Zahn*
Gemeinhardt, P. G. u. a., s. *H. L. Heiss*

Gergely, J. u. a., s. *E. A. Balazs*
German, D. E., B. H. Clampitt u. *J. R. Galli*, Polymerisation von Triallylcyanuratpolyesterharzen. **R. 170**, 71
Gesellschaft für physiologische Chemie, Dynamik des Eiweißes. **B. 169**, 187
Ghosez, L. u. *G. Smets*, Polymerisation von N-Vinylurethan. **R. 170**, 71
Ghosh, A. K., s. *S. Prakash*
Gierer, A., Ribonucleinsäure. **R. 170**, 81
Giles, C. H. u. a., s. *D. S. E. Campbell*
Gilliland, E. R. u. a., s. *A. S. Hoffmann*
Gillis, H. A. u. a., s. *E. Collinson*
Gilreath, E. S., Grundlagen der anorganischen Chemie. **B. 170**, 64
Gish, D. T., Struktur eines Pentadecapeptids aus TMV. **R. 170**, 82
Glässer, H., s. *W. Röhm*
Gleason, E. H. u. a., s. *E. D. Morrison*
Glines, A. u. a., s. *D. Ballantine*
Glover, F. A. u. a., s. *A. L. Copley*
Gluckman, M. S., M. J. Kampf u. a., Pfropfpolymere. **R. 168**, 181
Gluckman, M. S. u. a., s. *R. K. Graham*
Gmelin-Institut, Frankfurt a. M., *Gmelins* Handbuch der Anorganischen Chemie. – Barium, Ergänzungsband. **B. 170**, 149. – Cadmium, Ergänzungsband. **B. 170**, 69; – Magnetische Werkstoffe. **B. 168**, 164; – Silicium, Teil B. **B. 170**, 69; – Strontium, Ergänzungsband. **B. 170**, 149; – Systematik der Sachverhalte. **B. 170**, 69
Goldberger, W. M. u. *R. F. Benenati*, Säulenextraktion. **R. 168**, 88
Goldstein, R., A. Le Bolloch u. a., Prothrombin. **R. 170**, 154
Good, R. J., s. *L. Spenadel*
Goodban, A. E. u. a., s. *Y. Tominatsu*
Goren, M. B., Regenerierung von vergifteten Ionenaustauscherharzen. **R. 168**, 95
Goring, D. A. I. u. a., s. *M. M. Huque*
Gotô, T., s. *D. Yamamoto*
Götz, K. G. u. *K. Heckmann*, Leitfähigkeitsanisotropie, strömender Seifenlösungen. **R. 170**, 79
Grabar, P. u. *P. Miescher*, Immunopathologie. **B. 168**, 65
Graham, R. K., Polymere von Aryl- und Alkarylmethacrylaten bzw. -acrylaten. **R. 168**, 181
Graham, R. K., M. S. Gluckman u. *M. J. Kampf*, Polyalkylmethacrylate. **R. 170**, 72
Graham, R. K. u. a., s. *M. S. Gluckman*
Grant, D. H. u. a., s. *G. G. Cameron*
Grassie, N. u. *W. W. Kerr*, Thermische Depolymerisation von Polystyrol. 2. **R. 168**, 87
Grassie, N. u. a., s. *G. G. Cameron*
Greber, G., s. *H. Ringsdorf*
Green, D. W., β-Lactoglobulin. **R. 168**, 81
Greene, C. H. u. *R. F. Gaffney*, Meßapparatur für die Adsorptionsgeschwindigkeit von Gasblasen im Glas. **R. 168**, 88
Gregg, S. J., Hochdisperse feste Stoffe. **O. 168**, 5
Gregor, H, P. u. *H. Schonhorn*, Mehrfachschichten-Membranelektroden. 2. **R. 170**, 77
Gregor, V., s. *O. Wichterle*
Grigul, U., s. *H. Miessner*
Grimes, R. M. u. *C. W. Duncan*, Globine der Hämoglobine A und B. **R. 170**, 154
Gruber, E., Kontakt zwischen rauhen Oberflächen. **R. 170**, 75
Grubhofer, N., Ionenaustauscher (2 ×). **R. 168**, 95; **R. 169**, 192
Gründer, W., Staubtechnik. **R. 170**, 78
Guinier, A., s. *B. Belbéoch*
Güterbock, H., Polyisobutylen und Isobutylen-Mischpolymerisate. **B. 169**, 187
Guthrie, J. D., Baumwolle. **R. 170**, 92
Gütter, E. u. a., s. *K. Hess*
Gwinner, E., Polyterephthalsäure-Folien. **R. 170**, 88

Hager, H., s. *H. Pehland*
Hahn, K. F., s. *A. Matting*
Haissinsky, M. u. *S. Siejka*, Ionenadsorption. **R. 168**, 174
Haissinsky, M. u. a., s. *J. Belloni*
Hal'ama, D., Photometer. **R. 170**, 85
Hall, B. D. u. *P. Doty*, Ribonucleinsäure. **R. 168**, 178
Haly, A. R., s. *M. Feughelman*
Hamalainen, C., R. H. Wade u. *M. D. Cruz*, Cellulose. **R. 170**, 90
Hamisch, H. u. a., s. *H. Boersch*
Hanahan, D. J., Lipid-Chemie. **B. 169**, 187
Händler, F., s. *P. Kainradl*
Hangos, I., H. Toperzer u. a., Adsorptionsuntersuchungen. **O. 170**, 104
Hanking, B. M. u. a., s. *R. A. Spurr*
Hansen, R. S. u. *T. C. Wallace*, Adsorption organischer Säuren. **R. 168**, 174
Hardwick, W. H. u. a., s. *P. Connor*
Hardy, E. E. u. a., s. *H. L. Heiss*
Harker, R. P., Reinigungsmechanismus. **R. 168**, 192
Harrison, P. M., Ferritin und Apoferitin. **R. 168**, 178
Harrod, J. F., s. *P. E. M. Allen*
Hart, R., Polyvinylamin. **R. 169**, 189
Hartley, F. D., Pfropfcopolymere aus Polyvinylacetat und Polyvinylalkohol. **R. 168**, 72
Hassett, W. A. u. a., s. *T. F. Berry*
Hastings, G. W. u. a., s. *P. E. M. Allen*
Hause, N. L., s. *J. B. Longenecker*
Hawkins, M. C. u. a., s. *P. C. Scherer*
Hazebroek, H. F., s. *J. Fahrenfort*
Heckly, R. J., Kontinuierliche Gegenstrom-Dialyse. **R. 170**, 86
Heckmann, K., s. *K. G. Götz*
Hedrick, G. W. u. a., s. *E. A. Wielicki*
Heikens, D., P. H. Hermans u. *H. A. Veldhoven*, Oligomere aus Nylon. **R. 168**, 84
Heilbrunn, L. V., Viskosität des Protoplasmas. **B. 168**, 64
Heiss, H. L., F. P. Combs u. a., Urethanpolymere. **R. 170**, 72
Hejtmánek, M. u. *J. Hejtmánková*, Papierchromatographie. **R. 168**, 183
Hejtmánková, J., s. *M. Hejtmánek*
Hellfritz, H., H. Krämer u. *W. Schmieder*, Osmotische Untersuchung von makromolekularen Substanzen. **R. 170**, 157
Hellman, M. Y., u. a., s. *H. L. Frisch*
Hellwege, K.-H. u. *G. Hoff*, Polyäthylensphärolithe. **O. 170**, 144
Hellwege, K.-H. u. a., s. *H. Fischer*
Henning, O., Gelierung von Seifen. **O. 169**, 76
—, 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 17, 85, 111
Henrici-Olivé, G. u. a., s. *G. V. Schulz*
Henry, M. P., Fraktionieren von *Polyäthylen*. **R. 170**, 155
Herak, M. J. u. *M. Mirnik*, Ionenadsorption. **O. 168**, 139
Heremans, J. F., Immunoglobulin. **R. 168**, 171
Hermann, G. u. a., s. *H. J. Keutel*
Hermans, J. J., s. *W. Prins*
Hermans, J. J., s. *P. J. van Duin*
Hermans, P. H. u. a., s. *D. Heikens*
Hershenson, H. M., Ultrarot-Absorptionsspektren. **B. 169**, 186
Herzberger, M., Geometrische Optik. **B. 168**, 66
Hess, K., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 11, 17, 71

Hess, K., E. Gütter u. *H. Mahl*, Große Längsperiode bei Perlon. **O. 168**, 37
Heussner, C.-G., Einsatzbecher für Zentrifugen. **R. 168**, 88
Higginbottom, H. P. u. a., s. *W. J. Burke*
Hild, W., s. *K. H. Lieser*
Hill, D. R. J. u. *L. Valentine*, Polymerisation von Alkylidendiacetat. **R. 170**, 72
Hill, P., s. *W. F. Wolff*
Hill, T. L., Adsorption. **R. 168**, 174
Hillmer, K.-H., s. *W. Scheele*
Hine, D. J. u. *W. C. Wake*, Benetzungswärme von Ruß und Staub. **R. 168**, 69
Hines, M. u. a., s. *L. C. G. Thomson*
Hipp, N. J. u. a., s. *T. L. McMeekin*
Hock, L. u. a., s. *J. Eggert*
Hodgman, C. D., R. C. Weast u. *S. M. Selby*, Handbuch der Chemie und Physik. **B. 168**, 163
Hoff, E. A. W., P. L. Clegg u. *K. Sherrard-Smith*, Polyäthylen. **R. 186**, 186
Hoff, G., s. *K. H. Hellwege*
Hoffman, R. M. u. a., s. *P. R. Wilkinson*
Hoffmann, A. S., E. R. Gilliland u. a., Pfropfung von Styrol auf Polyäthylen. **R. 168**, 72
Hofmann, U., Quellung. **O. 169**, 58
—, 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 17, 28, 57, 71, 76
Holley, R. W., B. P. Doctor u. a., Ribonucleinsäuren der Rattenleber. **R. 170**, 82
Hommes, F. A., Haptoglobin. **R. 168**, 185
Honigmann, B., Gleichgewichts- und Wachstumsformen von Kristallen. **B. 169**, 183
Hopff, H., Technik der Polymerisation. **R. 170**, 160
Horbett, A. B., s. *J. L. Fahey*
Horn, C. F., Polyamide. **R. 163**, 191
—, Polykondensationsprodukte von α, ω-Dicarboxyldisulfonen. **R. 168**, 76
Hosemann, R., Beugungsmikroskopie. **R. 168**, 183
Hotta, K. u. a., s. *F. Oosawa*
House, R., s. *J. D. Knight*
Huggins, M. L., Physikalische Chemie der Hochpolymeren. **B. 170**, 148
Huhmann-Kotz, I., Energietransport in Glasschmelzen. **R. 168**, 96
Huhn, H., s. *E. Jenckel*
Hummel, D., Kunststoff-, Lack- und Gummianalyse. **B. 169**, 185
Hummel, E., s. *J. Lünenschloss*
Hummel, F. A., s. *E. A. Bush*
Hummel, F. A., s. *K. H. Kim*
Hunsmann, H., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 130
Huque, M. M., M. Fishman u. *D. A. I. Goring*, Cellulosenitrat. **R. 168**, 73
Hurd, D. T. u. a., s. *E. G. Rochow*
Hyde, A. J., J. H. Ryan u. a., Lichtstreuung. **R. 168**, 67
Hynes, R. D., s. *R. E. Burge*

Ikari, K. u. a., s. *K. Kanamaru*
Imai, K. u. a., s. *M. Matsumoto*
Imai, N. u. a., s. *F. Oosawa*
Imanishi, A., s. *T. Isemura*
Inagaki, M., Glutaminsäure-Dehydrogenase. **R. 168**, 178
Inoue, Y. u. *Y. Kanazi*, UV-Absorptionsspektren von Grenzflächenmembranen. **R. 170**, 75
Inoue, Y., A. Osugi u. a., Ionenverteilungen längs von Grenzflächenmembranen. **R. 170**, 75
Irani, R. R. u. a., s. *D. P. Ames*
Isemura, T. u. *A. Imanishi*, Auflösung von Polymeren in Seifenlösungen. **R. 168**, 85
Ishida, Y., Dielektrisches Verhalten von Hochpolymeren. **O. 168**, 29
Ishida, Y., Y. Takada u. *M. Takayanagi*, Dielektrische Eigenschaften von Polyvinylalkohol. **O. 168**, 121
Ishida, Y., M. Yamamoto u. *M. Takayanagi*, Polyvinylidenchlorid. **O. 168**, 124
Ishii, S.-I. u. a., s. *T. Ando*
Ishikura, H., K. Takahashi u. *K. Titani*, Cytochrom *c*. **R. 168**, 178
Ishikura, N., s. *M. Shibata*
Ito, K. u. a., s. *J. Furukawa*

Jäckel, K., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 90
Jahn, T. L. u. a., s. *B. W. Wilson*
Jain, P. C. u. *S. N. Banerji*, Chromwolframat-Sol. **R. 170**, 77
James, D. G. L. u. a., s. *F. S. Dainton*
James, R. R. u. a., s. *R. E. Morris*
Jarrige, P. u. *G. Lafoscade*, Proteinisolierung aus Stärkegel. **R. 168**, 183
Jarvis, L. u. *W. A. Zisman*, Fluorierte organische Verbindungen. 1. **R. 168**, 78
Jayle, M.-F. u. a., s. *C. de Paillerets*
Jenckel, E. u. *H. Huhn*, Verkleben von Aluminium mit Polystyrol. **B. 168**, 166; – **B. 170**, 67
Jenckel, E., H. Wilsing u. a., Hochpolymere. **B. 169**, 187
Jenckel, E., s. *H. G. Kilian*
Jenkins, A. D. u. a., s. *C. H. Bamford*
Jervis, R., s. *J. W. Watson*
Jeselson, M., s. *H. Feilchenfeld*
Johnsen, U. u. a., s. *H. Fischer*
Johnson, J. S., G. Scatchard u. *K. A. Kraus*, Gleichgewichts-Ultrazentrifugierung. **R. 169**, 188
Johnson, R. E. jr., Theorie der Grenzflächenenergien. **R. 170**, 70
Johnson, U. u. *K. Tessmar*, Polymethylmethacrylat. **W. K. 168**, 160
Johnston, R. u. a., s. *C. H. Bamford*
Johnstone, B. M. u. *G. P. Briner*, Densitometer für die Papierchromatographie. **R. 170**, 85
Jokl, J., s. *J, Franc*
Joos, G., H. D. Enderlein u. *H. Schädlich, Liesegang*-Ringe. **R. 168**, 168
Jordan, D. O., s. *J. H. Coates*
Jordan, H. u. a., s. *H. Borchers*
Jordan, O., Kunststoffklebstoffe. **B. 168**, 166; – **B. 170**, 67
Joseph, N. R., H. R. Catchpole u. a., Kolloide Oberflächen. **R. 168**, 171
Jost, W., s. *H. Ulich*
Juda, J. u. *K. Medenbach*, Staube. **R. 168**, 183
Jurgens, J. F. u. a., s. *J. C. Arthur*, jr.
Juznyj, Z. M., Tropfengröße in Ölnebeln. **R. 168**, 79

Kagiya, T. u. a., s. *K. Fukui*
Kahán, A., Mucolpolysaccharide. **R. 168**, 185
Kainradl, P. u. *F. Händler*, Kerbzähigkeit von Kautschuk. **R. 170**, 89
Kaizerman, S. u. a., s. *G. Mino*
Kaja, H., Chloroplasten. **R. 170**, 152
Kajito, A., F. Uchimura u. a., Affinität zwischen Häm und Proteinen. **R. 168**, 179
Kalé, V. V. u. a., s. *W. Kern*
Kamiya, N., Protoplasma-Strömung. **B. 168**, 166
Kammermeyer, K., s. *J. N. Reeds*
Kampf, M. J. u. a., s. *M. S. Gluckman*
Kampf, M. J. u. a., s. *R. K. Graham*
Kanamaru, K., ζ-Potential von Fasern in Wasser. **O. 168**, 115
Kanamaru, K., K. Ikari u. a., Prüfung von Klebestellen. **O. 170**, 123
Kanazi, Y., s. *Y. Inoue*
Karg, G., s. *H. L. Rosano*

Kargin, V. A. u. a., s. *K. A. Kocheshkov*
Karius, H. u. *E. J. Dickinson*, Kohle und langkettige Polymere in Bindern für Bitumen-Straßendecken. **R. 170**, 93
Kasatkina, N. G. u. a., s. *A. I. Yakubchik*
Kato, K., Fasern aus Viskosekunstseide. **R. 168**, 191
Katsurai, T., Autoklavierung. **O. 170**, 57
Katsurai, T., s. *S. Yamaguchi*
Katz, A. M., W. J. Dreyer u. *C. A. Anfinsen*, Peptidtrennung. **R. 170**, 87
Kauman, W. G., s. *T. A. Bak*
Kautsky, H., s. *H. Pfleger*
Kawasaki, A. u. a., s. *J. Furukawa*
Kay, C. M. u. *M. M. Marsh*, Rinder-Mercaptalbumin. **R. 170**, 82
Kaziro, K. u. a., s. *A. Kajito*
Kazusa, Y. u. a., s. *M. Matsumoto*
Keller, A., Morphologie kristalliner Polymere. **R. 170**, 150
Keller, S. u. a., s. *R. J. Block*
Kellö, V., s. *A. Tkáč*
Kendrew, J. C., Myoglobin. **R. 168**, 179
Kern, W., V. V. Kalé u. *B. Scherhag*, Natriumvinylsulfonat. **R. 169**, 189
Kern, W. u. a., s. *R. C. Schulz*
Kerr, W. W., s. *N. Grassie*
Keutel, H. J., G. Hermann u. *W. Licht*, Harnkolloide. **R. 168**, 171
Khoury, F., Sphärolithe von Nylon 66. **R. 168**, 85
Khrennikova, E. K. u. a., s. *E. I. Tinyakova*
Kikuchi, G. u. a., s. *A. Kajito*
Kilb, R. W., Polymere. **R. 170**, 72
Kilian, H. G. u. *E. Jenckel*, 1.4-1.6-Polyurethan. **R. 170**, 84
Kim, K. H. u. *F. A. Hummel*, System $Li_2O/SiO_2/TiO_2$. **R. 168**, 68
Kinoshita, K., u. a., s. *K. Shinoda*
Kinzel, H., Vitalfärbung des Zellsaftes. **R. 168**, 171
Kirchner, K., Viskosimeter. **R. 169**, 191
Kirchner, K., s. *F. Patat*
Kishimoto, T. u. a., s. *K. Kanamaru*
Klämbt, H.-D., 2-Hydroxy-Indol-3-Essigsäure. **R. 170**, 152
Kleinlein, W., Fließverhalten dispers-plastischer Massen. **R. 168**, 96
Kleinschmidt, A., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 180
Kleinschmidt, A., M. Gehatia u. *R. K. Zahn*, Molekulare Morphologie von Desoxyribonucleinsäuren. **O. 169**, 156
Kleinschmidt, A. u. a., s. *M. Gehatia*
Kleinschmidt, A. u. a., s. *R. K. Zahn*
Kline, G. M., Analytische Chemie von Polymeren. **B. 169**, 181
Knapp, W. J. u. *W. D. van Vorst*, System Na_2SiO_3—$Na_2Si_2O_5$. **R. 170**, 70
Knappwost, A. u. *E. Burkhard*, Mischreibung. **R. 170**, 96
Kneschke, Mahlgut. **R. 170**, 75
Knight, J. D. u. *R. House*, Gemische von grenzflächenaktiven Substanzen. **R. 168**, 89
Knoblauch, H. u. a., s. *H. E. Schwiete*
Knudsen, F. P., Festigkeit – Abhängigkeit von Porosität und Korngröße. **R. 170**, 93
Kobryner, W. u. *A. Banderett*, Pfropfen von Heveakautschuk. **R. 168**, 92
Koch, P. A., Textiluntersuchungen. **B. 169**, 187
Koch, R., Vitamin B 6. **R. 170**, 74
Kocheshkov, K. A., V. A. Kargin u. a., Darstellung von Polyäthylen. **R. 168**, 73
Ködler, A. u. *F. Elser*, Carbonatentfernung mit Ionenaustauschern. **R. 170**, 88
Köhler, R., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 41, 71, 148
Kolthoff, I. M. u. *B. van't Riet*, $PbSO_4$. **R. 168**, 69
Kondo, M., Trypsinspaltung von Serumalbumin. **R. 168**, 179
Kondo, T., s. *K. Meguro*
Konecny, J. O. u. *C. M. Douglas*, Polymerisation von Phosphornitrildichlorid. **R. 170**, 150
König, H., s. *G. Wick*
Koenig, J. H., s. *M. M. Bunag*
Koepp, H. M. u. *H. Werner*, Polyäthylenterephthalat. **R. 170**, 85
Kordes, E., Polarisationsmikroskopische Bestimmungen. **B. 169**, 187
Kordes, E. u. *E. Wörster*, UV-Durchlässigkeit von Gläsern. **R. 170**, 93
Kortüm, G., Chemische Thermodynamik. **B. 168**, 167
Koton, M. M., s. *I. V. Andreeva*
Kotter, L. u. *O. Prändl*, Kollagenbestimmung in Wurstwaren. **R. 170**, 158
Krämer, H. u. a., s. *H. Hellfritz*
Kratochvíl, P. u. *B. Sedláček*, Brechungsinkrement des Serumalbumins. **R. 168**, 179
Kraus, G. u. a., s. *P. M. Arnold*
Kraus, K. A., D. C. Kichelson u. *F. Nelson*, Adsorption an Kationenautauschern. **R. 168**, 175
Kraus, K. A. u. a., s. *J. S. Johnson*
Krauß, W., Siliconharze als hitzebeständige Bindemittel. **R. 170**, 88
Krekeler, K., H. Peukert u. *J. Eilers*, Rohre aus Thermoplasten. **B. 168**, 167
Krekeler, K., H. Peukert u. *B. Frerichmann*, Infrarot-erwärmung an thermoplastischen Kunststoffen. **B. 168**, 166
Krekeler, K., H. Peukert u. *O. Schwarz*, Kerbempfindlichkeit thermoplastischer Kunststoffe. **B. 168**, 166
Krekeler, K., H. Peukert u. *J. Zöhren*, Kunststoff-Schaummasse. **B. 168**, 167
Krischer, O. u. a., s. *T. Gast*
Krishnamurti, K. u. *W. F. Mirza*, Adsorptionsvermögen und Löslichkeit. **R. 168**, 175
Krleža, F., Aluminiumhydroxydsole. **O. 169**, 131
Kross, R. D., s. *W. J. Alexander*
Küchler, L., s. *K. Winnacker*
Kuhnke, E. u. *G. Brilla*, Retraktion des Fibringerinnsels. **R. 168**, 171
Külb, A., s. *F. Fraunberger*
Kulmann, A. G., Physikalische und Kolloidchemie **B. 169**, 181
Kümmel, H. J. u. a., s. *W. Awe*
Küster, E., Plasmoptyse. **B. 168**, 165
Kuvshinskii, E. V. u. *M. M. Fomicheva*, Ausgangsmolekulargewicht und dynamische Eigenschaften von Vulkanisaten. **R. 170**, 89
Kuvshinskii, E. V. u. *E. A. Sidorovich*, Beeinflussung der dynamischen Eigenschaften von Kautschuk durch Vulkanisation. **R. 170**, 89
Kwestroo, W. u. *H. A. M. Paping*, TiO_2-Systeme. **R. 168**, 68

Lafoscade, G., s. *P. Jarrige*
Laita, Z. u. *Z. Machanek*, Polymerisation von Äthylen. **R. 170**, 72
Laitinen, H. A., Chemische Analyse. **B. 170**, 69
Lamb, J. E. u. a., s. *G. G. Cameron*
La Mer, V. K., s. *R. E. Wachtel*
Lamprecht, W., Porenprüfung. **R. 170**, 85
Land, R., R. E. Richards u. *I. M. Ward*, Polyäthylenterephthalat. **R. 168**, 181
Landmann, W. u. a., s. *H. Fricke*

Lange, H., Hydrophobe Sole und Dispersionen. **O. 169**, 124
—, 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen, Diskussion **169**, 130
Lange, J., s. *H. Thiele*
Laskin, D. M. u. a., s. *N. R. Joseph*
Lasoski, S. W. jr. u. *W. H. Cobes*, jr., Feuchtigkeitseinfluß auf Polymere. **R. 170**, 150
Laue, D. u. a., s. *G. V. Schulz*
Lauer, K. u. a., s. *W. Mayer*
Laundy, B. J. u. a., s. *P. Connor*
Lawrence, A. S. C., s. *R. Collison*
Lawrence, A. S. C. u. a., s. *B. J. Boffey*
Leach, S. J. u. a., s. *J. A. Maclaren*
Leadernan, H., R. G. Smith u. *L. C. Williams*, Rheologie von Polyisobutylen. **R. 170**, 156
Le Bolloch, A. u. a., s. *R. Goldstein*
Lee, H. T. u. a., s. *S. N. Chinai*
Leeuwerik, J., Polymethacrylsäuremethylester. **W. K. 170**, 60
Leibler, K., Systeme aus Feststoffen und Leiter. **R. 168**, 168
Leithäuser-Wietecki, G., s. *L. Birkhofer*
Lenartowski, M., s. *W. Swietoslawski*
Lenz, F., Elektronenbeugung. **R. 170**, 69
Lenz, F., s. *H. Noven*
Leone, C. u. a., s. *H. Fricke*
Levedahl, B. H. u. a., s. *B. W. Wilson*
Levi, D. W. u. a., s. *P. C. Scherer*
Lewis, C. W., Dimethylpolysiloxane. **R. 168**, 182
Lewis, J. u. *R. G. Wilkins*, Moderne Koordinationschemie. **B. 169**, 187; – **B. 170**, 149
Lewis, L. u. a., s. *J. S. Elliott*
Lewis, R. N. u. a., s. *E. G. Rochow*
Liang, C. Y., u. *R. H. Marchessault*, Cellulose. **R. 169**, 190
Licht, W. u. a., s. *H. J. Keutel*
Lieser, K. H. u. *W. Hild*, Abtrennung von ^{90}Sr. **R. 170**, 151
Light, A., R. O. Studer u. *V. du Vigneaud*, Isolierung von Oxytocin und Arginin. **R. 162**, 172
Lindström, G. B. u. *M. Martensson*, Gasadsorption. **O. 169**, 28
Linhart, J. G., Plasma-Physik. **B. 170**, 150
Little, J. R. u. a., s. *P. O. Tawney*
Lloyd, N. E., Teilchendurchmesser in Emulsionen. **R. 168**, 79
Loeb, L. u. a., s. *J. J. Creely*
Löffler, K. H. u. a., s. *H. Boersch*
Löflund, I. u. a., s. *R. C. Schulz*
Longenecker, J. B. u. *N. L. Hause*, Nahrungseiweiß und Plasmaaminosäuren. **R. 168**, 172
Longi, P. u. a., s. *G. Natta*
Lord, J., Luftdurchlässigkeit von Geweben. **R. 170**, 86
Lorenz, M. u. *A. H. Emery*, jr., Thermodiffusionssäule. **R. 170**, 87
Lowery, V. E. u. a., s. *K. C. Beach*
Lüdicke, M., Schwefelablagerungen in Vogelfedern. **R. 170**, 152
Lund, E. u. *F. Vial*, Weißpigmente. **R. 170**, 86
Lundberg, J. L. u. a., s. *H. L. Frisch*
Lünenschloß, J. u. *E. Hummel*, Bestimmung der Faserfeinheit. **R. 170**, 86
Luttropp, H., Quellung von Weichgummi. **R. 170**, 159
Luzzati, V. u. *A. Nicolaieff*, Gele von Desoxyribonucleinsäure und Nucleoproteinen. **R. 168**, 81
Lynn, L. T. u. a., s. *F. W. Putnam*
Lytton, M. R. u. a., s. *E. A. Wielicki*

Macero, D. J. u. *C. L. Rulfs*, Diffusionskoeffizient. **R. 168**, 169
Machanek, Z., s. *T. Laita*
Machi, S. u. a., s. *K. Fukui*
Mack, P. B. u. a., s. *R. M. Esteve*, jr.
Maclagan, N. F. u. a., s. *K. B. Cooke*
MacLaren, J.A., S. J. Leach u. *I.J. O'Donnell*, Oxydation von Disulfidgruppen in Proteinen. **R. 170**, 83
Macrae, T. P., s. *R. B. D. Fraser*
Madorsky, S. L. u. *S. Strus*, Abbau von Polyäthylenoxyden und Polypropylenoxyden. **R. 170**, 156
Maeda, M. u. a., s. *M. Matsumoto*
Magne, F. C. u. a., s. *C. S. Marvel*
Mahl, H. u. a., s. *K. Hess*
Makay, D. u. *P. Meares*, Ionenaustauscherharze. **R. 168**, 186
Malik, W. U. u. *S. A. Ali*, Wolframatgele. **O. 170**, 35
Mandell, L. u. a., s. *P. Ekwall*
Mandl, F., Quanten-Feldtheorie. **B. 169**, 187
Manegold, E., Kolloidkunde. **B. 168**, 66; – **B. 170**, 148
Mannchen, W. u. *A. Wibranetz*, Kolloidchemie. **B. 169**, 187
Manson, J. A. u. *L. H. Cragg*, Pfropf-Copolymere. **R. 168**, 85
Marchessault, R. H., s. *C. Y. Liang*
Marignan, R., Diffusion. **R. 168**, 168
Marinetti, G. V., M. Albrecht, u. a., Serum-Phosphatide. **R. 170**, 87
Mark, H. F., s. *N. G. Gaylord*
Markels, M. jr. u. *T. D. Drew*, Fraktionierungsvorrichtung. **R. 168**, 89
Marker, L., R. Early u. *S. L. Aggarwal*, Polyäthylen. **R. 168**, 182 (2×)
Maron, S. H., Nichtelektrolyt-Lösungen. **R. 169**, 188
Marowietz, H.-J., Chromit-Flotation. **R. 170**, 78
Marsh, M. M., s. *C. M. Kay*
Martell, A. E. u. *M. Calvin*, Chemie der Metallchelatverbindungen. **B. 169**, 184
Mårtensson, M., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 34
Mårtensson, M., s. *G. B. Lindström*
Martin, A. E. jr. u. a., s. *L. Segal*
Martin, W. H. u. *Q. van Winkle*, Gegenionenassoziation mit Polyelektrolyten. **R. 170**, 79
Marvel, C. S., Organische Chemie der Hochpolymeren. **B. 168**, 167
Marvel, C. S., E. D. Vessel u. *F. C. Magne*, Copolymere aus Vinylpinonat und Vinylchlorid. **R. 170**, 151
Mason, H. S. u. a., s. *L. C. G. Thomson*
Mason, P., Abhängigkeit der Kautschukdehnbarkeit von der Viskoelastizität. **R. 170**, 90
—, Risse im Gummi. **R. 168**, 188
Mastner, J., F. Franěk u. *L. Novák*. Densitometer. **R. 168**, 184
Matijević, E., s. *K. F. Schulz*
Matsumoto, M., J. Ukida u. a., Polymerisation von Vinylacetat. **R. 170**, 72
Matsuo, H. u. *M. Dole*, Bestrahlung von Polyäthylen. **R. 168**, 87
Matting, A. u. *K. F. Hahn*, Metallklebverbindungen. **R. 170**, 96
Maurice, P. A. u. a., s. *D. F. H. Wallach*
Maxfield, M. u. *W. Wolins*, Galle. **R. 168**, 172
May, J. E., Wachstum von α-Al_2O_3. **R. 170**, 70
Mayer, W., K. Lauer u. a., Neue Ellagengerbstoffe. **R. 170**, 152
Mayes, N. u. a., s. *C. G. Overberger*
Mayne, R. Y. u. a., s. *R. M. Reinhardt*
Mazzanti, G. u. a., s. *G. Natta*
McGraw, D. A. u. *C. L. Babcock*, Viskositätseinfluß auf Spannungsauslösung in Glas. **R. 170**, 93
McKee, D. W., Adsorption von Kohlenwasserstoffen. **R. 168**, 175
McKinnis, C. L. u. *J. W. Sutton*, Glasschmelzprozeß. 1. u. 2. **R. 168**, 96

McLaughlin, E., Viskosität und Selbstdiffusion. **R. 168**, 172
McLeod, L. A., s. *W. G. Forbes*
McMeekin, T. L., N. J. Hipp u. *M. L. Groves*. α_1-Casein. **R. 168**, 82
McNeill, I. C. u. a., s. *G. G. Cameron*
McSherry, W. F. u. a., s. *J. C. Arthur*, jr.
Meares, P. u. *H. H. Ussing*, Ionenaustauscherharze. **R. 168**, 70, 186
Meares, P., s. *D. Makay*
Medenbach, K., s. *J. Juda*
Meguro, K. u. *T. Jondo*, Kritische Konzentration der Micellenbildung. 2. 3. u. 4. **R. 170**, 80
Mehra, R. H., s. *E. H. Daruwalla*
Mele, A. u. a., s. *C. Botré*
Melville, H. W., s. *W. I. Bengough*
Melville, H. W. u. a., s. *P. E. M. Allen*
Menčik, Z., Polymeren-Verteilung. **R. 168**, 168
Merker, L. u. a., s. *H. Scholze*
Merret, F. M., Propfcopolymere (2×). **R. 168**, 92
Merrill, E. W. u. a., s. *A. S. Hoffmann*
Merrill, S. H. u. a., s. *R. W. Holley*
Metz, D. J. u. a., s. *D. Ballantine*
Meyer-Uhlenried, K. H., Holzfasern. **R. 170**, 160
v. Meysenbug, K.-M. Frh. u. a., s. *T. Gast*
Michajlov, G. P., B. I. Sažin u. *V. S. Presnjakova*. Polytrifluorchloräthylen. **R. 168**, 86
Michelitsch, M., Kriechen in Metall-Einkristallen. **R. 170**, 96
Michelson, D. C. u. a., s. *K. A. Kraus*
Michl, K.-H., s. *H.-W. Ebersbach*
Mickuki, W., s. *W. G. Barb*
Miescher, P., s. *P. Grabar*
Miessner, H. u. *U. Grigul*, Fortschritte der Verfahrenstechnik. **B. 170**. 67
Mietka, M. u. a., s. *E. Raub*
Miles, H. T., Polyinosin- und Polycytidylsäuren. **R. 170**, 85
Miller, D. W. u. a., s. *R. J. Block*
Miller, E. E. u. *P. Bernfeld*, Zonenelektrophorese von Proteinen. **R. 170**, 86
Miller, O. P. u. a., s. *B. E. Sanders*
Miller, R. I. u. a., s. *R. Buchdahl*
Miller, S. u. a., s. *W. Cooper*
Mina, P., s. *F. H. Garner*
Mino, G., S. Kaizerman u. *E. Rasmussen*. Polymerisation von Acrylamid. **R. 169**, 189
Mirnik, M., s. *M. J. Herak*
Mirza, W. F., s. *K. Krishnamurti*
Miyake, A., Polyäthylenterephthalat. 1. u. 2. **R. 168**, 182
Miyama, H. u. a., s. *M. Suzuki*
Mizutani, H. u. a., s. *A. Kajito*
Mochizuki, T., Polyvinylalkohol-Filme. **R. 170**, 84
Mocker, F. u. *I. Old*, Schnellbestimmung von Vulkanisationsbeschleunigern. **R. 170**, 159
Modlich, H., s. *W. Bubser*
Moghe, V. A. u. a., s. *S. R. Palit*
Mohan, G. R., s. *H. Eisenberg*
Möhler, K., Kunstharzkleber für Stahl. **R. 170**, 88
Mohring, D., Diffusionskonstanten von Proteinen. **R. 170**, 155
Moore, C. G., s. *G. Ayrey*
Moore, C. G. u. a., s. *P. W. Allen*
Moore, L. D. jr., Abhängigkeit der Viskositätswerte in Polyäthylen. **R. 170**, 156
Moore, L. D. jr. u. *V. G. Peck*, Grobe Partikel in Hochdruck-Polyäthylen. **R. 170**, 156
Moretti, J. u. a., s. *C. de Paillerets*
Moroson, H. u. a., s. *G. Oster*
Morris, R. E., R. R. James u. *F. Caggegi*, Druckverformung von Kautschuk. **R. 168**, 188
Morrison, E. D., E. H. Gleason u. *V. Stannett*, Polymerisation von Vinylbenzoat. **R. 170**, 151
Mostafa, M. A. K., Spaltung von Additionspolymeren. 5. u. 6. **R. 168**, 85 (2×)
—, Spaltung von Makromolekeln durch Ultraschall. **R. 168**, 86
Moy, T., s. *N. Ressler*
Mukerjee, L. N. u. *S. N. Srivastava*, Olivenölemulsionen. **O. 170**, 32
Mukumoto, K. u. a., s. *M. Matsumoto*
Mulfinger, H.-O., s. *H. Scholze*
Müller, F. H., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 106
Mullier, M. u. a., s. *G. Smets*
Munderloh, H. A., Weichmacher für die Kautschukindustrie. **R. 170**, 87
Munk, P. u. *I. Frič*, Wärmedenaturierung von Human-Serumalbumin. **R. 168**, 82
Munk, P., B. Sedláček u. *Š. Štokrová*, Wärmedenaturierung von Human-Serumalbumin. **R. 168**, 81
Müser, H., Halbleiterphysik. **B. 170**, 150
Muthana, M. S., s. *S. Banerjee*
Mutooka, I. u. a., s. *Y. Inoue*
Myers, B. J., Schwefelbestimmung in Wolle. **R. 168**, 185
Myrbäck, K., Hefe-Invertase. 7. **R. 168**, 172
Mysels, K. J. u. *L. H. Princen*, Laurylsulfat. **R. 170**, 79
Mysels, K. J., s. *L. H. Princen*

Nachtigall, D., Polyvinylchlorid. **R. 168**, 182
Nagamatsu, K. u. *T. Yoshitomi*, Polatrifluorchloräthylen. **R. 168**, 83
Nagasaka, T. u. a., s. *Y. Inoue*
Nakagawa, T. u. *K. Tori*, Solubilisierung durch nichtionogene grenzflächenaktive Substanzen. **O. 168**, 132
Nakazawa, s. u. *A. Tsusaka*, Cytoplasma von Farnrhizoiden. **R. 170**, 152
Natta, G., Polymerisation von α-Olefinen. **R. 168**, 73
Natta, G., E. Beati u. *F. Severini*, Pfropfcopolymere aus Poly-α-olefin-hydroperoxyden. **R. 168**, 73
Natta, G., P. Pino u. a., Reaktionen von Styrol. **R. 168**, 75
Neary, G. J. u. *H. J. Evans*, Chromatide. **R. 168**, 172
Nebe, E., p_H-Messung. **B. 170**, 150
Nebel, R. W., Polyesterfasern. **R. 170**, 92
Nelson, F. u. a., s. *K. A. Kraus*
Neuert, H., s. *E. Fünfer*
Newman, C. R. u. a., s. *E. W. Davie*
Newman, S. u. a., s. *R. Buchdahl*
Nicolaieff, A., s. *V. Luzzati*
Niesper, A. A., Tontrocknung. **B. 168**, 65
Nightingale, A., Physik und Elektronik in der physikalischen Medizin. **B. 168**, 66; — **B. 170**, 69
Nightingale, E. R. jr., Viskosität von $NaClO_4$-Lösungen. **R. 168**, 69
Noe, R. u. a., s. *H. Peeters*
Noll, W., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 17, 28, 102
Noll, W., K. Damm u. *R. Fauß*, System SiO_2/H_2O. **O. 169**, 18
Noninski, H., Periodische Fällung. **R. 170**, 77
Nosek, J., s. *V. Chmelai*
Novák, L. u. a., s. *J. Mastner*
Noven, H. u. *F. Lenz*, Elektronenbeugung. **R. 170**, 69
Nozaki, Y., s. *C. Tanford*
Nüske, R., Nachweis alkalischer Phosphatase. **R. 170**, 158

O'Brien, J. L. u. a., s. *M. S. Gluckman*
Oburger, W., Isolierstoffe. **B. 169**, 185

O'Donnell, I. J., s. *J. A. Maclaren*
O'Driscoll, K. F. u. *A. V. Tobolsky*, Copolymerisation von Styrol mit Methylmethacrylat. **R. 169**, 189
Ogata, N., Polymerisation von ε-Caprolactam. **R. 170**, 72
Oehme, F., Dielektrische Meßmethoden. **B. 169**, 182
Oken, P. S. u. a., s. *F. Baltzer*
Old, I., s. *F. Mocker*
Olivé, S. u. a., s. *G. V. Schulz*
Olivier, J. P., s. *S. Ross*
Ooi, T. u. a., s. *F. Oosawa*
Oosawa, F., S. Asakura u. a., Aktin. **R. 169**, 190
Oosawa, F., s. *S. Asakura*
Orlovsky, P. u. a., s. *M. Feldshteĭn*
Osborn, K. R., Polyäthylenterephthalat. **R. 168**, 182
Osgan, M. u. *C. C. Price*, Polypropylenoxyd. **R. 168**, 73
Osminskaja, A. T. u. a., s. *S. E. Bresler*
Ossefort, Z. T., Vulkanisate. **R. 168**, 189
Oster, G., G. K. Oster u. *H. Moroson*, Vernetzung und Pfropfung von Hochpolymeren. **R. 168**, 74
Oster, G. K. u. a., s. *G. Oster*
Osugi, A. u. a., s. *Y. Inoue*
Oth, A., Desoxyribonucleinsäure. **R. 170**, 83
Oth, J. F. M., Kollagen. **O. 168**, 49; **Berichtig. 170**, 160
Ottewill, R. H. u. *A. Watanabe*, Mechanismus der Koagulation. 1. u. 2. **O. 170**, 38; **O. 170**, 132
Ovenall, D. W., u. a., s. *P. E. M. Allen*
Overberger, C. G., E. M. Pearce u. *N. Mayes*, Polymerisation von Methacrylnitril. **R. 168**, 74

Packter, A., Koagulation peptisierter Sole. **O. 170**, 48
—, Peptisation. **O. 170**, 52
Pal, P. N. u. *R. M. Esteve*, jr., Baumwolle. **R. 170**, 92
Palit, S. R., V. A. Moghe u. *B. Biswas*, Solubilisation von Wasser durch Detergentien. **R. 168**, 80
Paljev, O. A. u. a., s. *K. A. Kocheshkov*
Palmer, K. J. u. a., s. *Y. Tominatsu*
Panich, R. M., s. *S. S. Voyutskii*
Panther, U. u. a., s. *W. Mayer*
Paping, H. A. M., s. *W. Kwestroo*
Paraskevopoulos, G. u. a., s. *T. Skulikidis*
Parravano, G., H. G. Friedrick u. *M. Boudart*, Chemisorption. **R. 168**, 175
Parsons, R., Grenzflächenaktive Substanzen. **R. 168**, 78
Patani, M. J. u. *P. J. Tatani*, Elektrolytverteilung längs einer semipermeablen Membran. **R. 170**, 78
Patat, F. u. *K. Kirchner*, Polymerisation von Styrol. **R. 168**, 74
Patt, W., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 90, 148
Patterson, A. jr., s. *K. F. Wissbrun*
Patterson, D. u. *R. P. Sheldon*, Polyesterfasern. **R. 168** 192
Pavlovskaya, T. E. u. a., s. *A. I. Yakubchik*
Pearce, E. M. u. a., s. *C. G. Overberger*
Peck, V. G., s. *L. D. Moore*, jr.
Pecsok, R. L., Gas-Chromatographie. **B. 170**, 65
Peeters, H., P. Vuylsteke u. *R. Noe*, Elektrophorese. **R. 168**, 168
Pehland, H. u. *H. Hager*, Trockengewichtsbestimmung an biologischen Objekten. **R. 170**, 152
Pelzer, H., Fraktionensammler. **R. 169**, 192
Persoz, B., Rheologie. **B. 170**, 150
Petersen, R. C. u. a., s. *M. Finkelstein*
Peukert, H. u. a., s. *K. Krekeler*
Pfeiffer, H. H., Plasmorrhyse, Plasmochisen. **B. 168**, 165 (2×)
Pfleger, H., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 17
Pfleger, H. u. *H. Kautsky*, Lepidoide V. **O. 169**, 187
Phelps, R. A. u. a., s. *F. W. Putnam*
Philippoff, W. u. *F. H. Gaskins*, Viskosität von Lösungen. **R. 168**, 68
Pierce, C., Adsorptionswärme. **R. 168**, 175
Pietruszkiewicz, A. u. a., s. *L. Varga*
Pike, R. A. u. a., s. *T. C. Williams*
Pinner, S. H., s. *R. Worrall*
Pino, P. u. a., s. *G. Natta*
Pohlmann, G. u. *M. Ahrend*, Elektronenmikroskopische Stereoaufnahmen. **R. 170**, 86
Pohlmann, G. u. *O. H. Volk*, Tylose als Abdruckmittel. **R. 168**, 184
Poot, A. u. a., s. *G. Smets*
Popov, A. G. u. a., s. *S. E. Bresler*
Pouchly, J., Adsorption aus Lösungen. 2. **R. 168**, 176
Pozsgay, G. u. a., s. *I. Hangos*
Pozza, G. u. *S. Eridani*, Bestimmung des Insulin-Effekts **R. 170**, 88
Prakash, S. u. *A. K. Ghosh*, Gold-Hydrosol. **R. 170**, 78
Prändl, O., s. *L. Kotter*
Pravednikova, S. I., s. *Yu. S. Zuev*
Presnjakova, V. S. u. a., s. *G. P. Michajlov*
Press, J. J., Synthetische Fasern. **B. 169**, 187
Price, C. C., s. *M. Osgan*
Priklonskaya, N. V., Mischvorgang beim Kautschuk. **R. 168**, 92
Prince, L. M. u. a., s. *J. H. Schulman*
Prince, L. M. u. a., s. *W. Stoeckenius*
Princen, L. H. u. *K. J. Mysels*, Natriumdodecylsulfat. **R. 170**, 80
Princen, L. H., s. *K. J. Mysels*
Prins, H. K., Trennung von Human-Hämoglobinen. **R. 170**, 88
Prins, W. u. *J. J. Hermans*, Diffusion von Polymeren. **R. 168**, 77
Přistoupil, T. I., Oberflächenfilme von Proteinen. **R. 168**, 81
Pulliam, G. R., Spaltrisse. **R. 170**, 75
Putnam, F. W., C. W. Essley u. a., *Bence-Jones*-Proteine. **R. 168**, 179

Rahman, S. M. K. u. a., s. *D. S. E. Campbell*
Ramain, R., Y. Runavot u. *P. Schneebeli*, Grenzfläche Luft/Wasser. **R. 168**, 174
Ramshorn, R., Sonden für Strömungsmessungen. **R. 170**, 87
Ranauto, H. J. u. a., s. *S. Ross*
Ranný, M., Elektroosmose. **R. 168**, 184
—, Synthetische Waschmittel. **R. 168**, 177
Ranz, W. E., s. *H. Binark*
Rasmussen, E. u. a., s. *G. Mino*
Raub, E., M. Mietka u. *H. Beeskow*, Dünne galvanische Schichten. **R. 170**, 96
Rebentisch, W. u. *F. Dinkelacker*, Polierrot. **R. 170**, 94
Rechmann, H., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 41
Rechmann, H. u. a., s. *H. Becker*
Redetzky, W., s. *W. Scheele*
Reeds, J. N. u. *K. Kammermeyer*, Adsorption von Gasgemischen. **R. 168**, 176
Rees, L. V. C., s. *R. M. Barrer*
Regenass, F. A. u. a., s. *W. L. Semon*
Reid, J. D. u. a., s. *R. M. Reinhardt*
Reĭkh, V. N. u. a., s. *B. A. Dolgoplosk*
Reĭkh, V. N. u. a., s. *E. I. Tinyakova*
Reimer, L., Al-Ag-Legierungen. **R. 170**, 96
—, Massenabnahme von Einbettungsmitteln unter Elektronenbeschuß. **R. 170**, 86
Reinhart, R. M., J. D. Reid u. a., Baumwolle. **R. 170**, 91
Resnick, A. L., u. a., s. *S. N. Chinai*
Ressler, N. u. *T. Moy*, Flüssigkeitsfilm-Methode. **R. 170**, 87
Richard, M. N. u. a., s. *B. E. Sanders*
Richards, R. E. u. a., s. *R. Land*
Richter, M., s. *M. Ulmann*

Rieder, H. P., Proteinanalyse. **R. 168**, 185
Ries, H. E., jr., *R. A. Ahlbeck* u. *J. Gabor*, Molekulare Schichten von Polyvinylacetat. **R. 168**, 13
Riesel, E. u. *A. Berger*, Osmometer. **R. 168**, 184
Riester, A. u. a., s. *W. Mayer*
Rinaldi, R. A., Amoeba proteus. **R. 168**, 173
Ringsdorf, H. u. *G. Greber*, Makromolekulare Verbindungen, 2. u. 3. **R. 168**, 76
Rinkens, H. u. a., s. *E. Jenckel*
Ritchie, A. E. u. a., s. *F. W. Putnam*
Rixon, R. H., J. F. Whitefield u. *T. Youdale*, Nebenschilddrüsenextrakt. **R. 168**, 173
Roberts, J. E., s. *D. E. Woods*
Rochow, E. G., D. T. Hurd u. *R. N. Lewis*, Metallorganische Verbindungen. **B. 169**, 183
Röck, H., Destillation. **B. 170**, 150
Roelofsen, P. A., Pflanzenzellwand. **B. 170**, 66
Röhm, W. u. *H. Glässer*, Cellit-Sinterpulver. **R. 170**, 159
Ronay, G. S. u. a., s. *F. M. Fowkes*
Rosano, H. L. u. *G. Karg*, Natriumdodecylsulfat. **R. 170**, 77
Rösch, M., Mercerisation und Mercerisiermittel. **R. 170**, 92
Rösch, S., Farben dünner Plättchen. **R. 168**, 167
Roeser, K.-R., Coelestinblau in der Mikroskopie. **R. 170**, 157
Rosner, P., s. *J. Beniska*
Ross, S. u. *J. P. Olivier*, Bestimmung der kritischen Micellbildungskonzentration. **R. 170**, 80
Ross, S., E. S. Chen u. a., Emulgatoren. **R. 170**, 76
Ross, S. D., s. *M. Finkelstein*
Rossi-Fanelli, A., E. Antonini u. *A. Caputo*, Globine von Erwachsenen und Feten. **R. 170**, 82
—, Struktur des Hämoglobins. **R. 170**, 83
Röttger, B., s. *G. Schramm*
Rowen, J. W. u. a., s. *R. A. Spurr*
Ruch, R. J., s. *L. S. Bartell*
Ruck, H., Baumwolle. **W. K. 170**, 63
Rudakoff, G., Aluminiumtriseifen. **W. K. 170**, 62
Ruetman, S. H. u. a., s. *W. J. Bunge*
Rulfs, C. L., s. *D. J. Macero*
Rümmelin, J., Vulkanisation von Spritzmischungen. **R. 168**, 189
Rummeni, G., Gewebeaufschlämmungen. **R. 168**, 173
Runavot, Y. u. a., s. *R. Ramain*
Rush, H. R., Methode der aufeinanderfolgenden Prüfungen. **R. 168**, 185
Ryan, J. H. u. a., s. *A. J. Hyde*
Ryan, M. u. a., s. *L. Varga*
Rybnikář, F., Poly-6-capronamid und Polyäthylentherephthalat. **R. 168**, 182

Saad, F. M. u. a., s. *R. W. Holley*
Saegusa, T. u. a., s. *J. Furukawa*
Saito, S., Adsorptionskomplexe. **O. 168**, 128
Sakata, R. u. a., s. *J. Furukawa*
Salama, H. N. u. a., s. *J. Belloni*
Salvo, A. M., s. *V. d'Amelio*
Saminskij, E. M. u. a., s. *S. E. Bresler*
Samygin, M. M., Latex. **O. 169**, 102
—, 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 106
Sanders, B. E., O. P. Miller u. *M. N. Richard*, Ceruloplasmin. **R. 168**, 82
Sanghii, I., s. *S. Visvanathan*
Sata, N., 14. Japanische Kolloid-Tagung. **T. 168**, 162
Satlow, G., Baumwolle. **R. 170**, 91
—, Wolle. **R. 170**, 91
Sato, M. u. a., s. *T. Ando*
Satô, S., Mitotische Figur. I–II. **R. 170**, 152
Saunders, J. H. u. a., s. *H. L. Heiss*
Saxena, R. S. u. *C. S. Bhatnagar*, Silberarsenite. **R. 168**, 169
Sažin, B. I. u. a., s. *G. P., Michajlov*
Scatchard, G. u. a., s. *J. S. Johnson*
Schachtschabel, P., s. *F. Scheffer*
Schädlich, H. u. a., s. *G. Joos*
Schäfer, K., Statistische Theorie der Materie. I. **B. 169**, 187
Schäfer, P., s. *H. Zahn*
Schallamach, A., Abnützung von Kautschuk. **R. 168**, 92
Schaller, J. F. u. a., s. *W. Awe*
Schatzki, T. F. u. a., s. *A. J. Hyde*
Scheele, W., Vulkanisation. 31. **O. 169**, 91
—, 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen, Diskussion **169**, 102, 156
Scheele, W. u. *K.-H. Hillmer*, Vulkanisate. **R. 168**, 93
Scheele, W. u. *W. Redetzky*, Vulkanisation von Kautschuk. **R. 168**, 189
Scheele, W., H.-E. Toussaint u. *Y.-K. Chai*, Vulkanisation von Kautschuk. **R. 170**, 160
Scheele, W. u. a., s. *E. Echte*
Scheffer, F. u. *P. Schachtschabel*, Lehrbuch der Agrikulturchemie. und Bodenkunde. I. **B. 169**, 187
Scheffer, F. u. *B. Ulrich*, Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. III. **B. 168**,, 167; **169**, 187
Scheludko, A. u. *D. Exerowa*, Druck in wäßrigen Schaumfilmen. **O. 168**, 24
Scherer, P. C., M. C. Hawkins u. *D. W. Levi*, Äthylcellulose. **R. 169**, 190
Scherhag, B. u. a., s. *W. Kern*
Scheurlen, P. G., Quantitative Proteinbestimmung. **R. 170**, 89
Schick, M. J. u. a., s. *F. M. Fowkes*
Schlüssel, H., Proteinresorption. **R. 168**, 186
Schmidt, K. A. F., Glasseide. **R. 170**, 94
Schmieder, W. u. a., s. *H. Hellfritz*
Schneebeli, P. u. a., s. *R. Ramain*
Scholtan, W., Xanthon- und Thioxanthonderivate. **O. 170**, 19
Scholze, H., Wassereinbau in Glas. 3. u. 4. **R. 170**, 94
—, 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 28
Scholze, H. u. *H.-O. Mulfinger*, Wassereinau in Glas. 5. **R. 170**, 94
Scholze, H., H. Franz u. *L. Merker*, Wassereinbau in Glas. 4. **R. 170**, 94
Schönamsgruber, M., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 41
Schönfeldt, N., Oberflächenaktive Äthylenoxydanlagerungsprodukte. **B. 169**, 184
Schonhorn, H., s. *H. P. Gregor*
Schramm, G. u. *B. Röttger*, Tabakmosaikvirus. **R. 170**, 74
Schriefers, H., Stoffwechsel von Prednison. **R. 168**, 173
Schuler, M., Selbsttätige Regler. **B. 169**, 186
Schulman, J. H., W. Stoeckenius u. *L. M. Prince*, Mikroemulsionen. **R. 170**, 78
Schulman, J. H. u. a., s. *W. Stoeckenius*
Schultze, H. E., Synthese von Antikörpern und Proteinen. **R. 168**, 82
Schulz, G., Chemie und Technologie der Kunststoffe. **B. 168**, 66
Schulz, G. V., G. Henrici-Olivé u. *S. Olivé*, Radikalpolymerisation. **R. 168**, 77
Schulz, G. V., D. Laue u. *O. Bodmann*, Diffusionskonstanten ungereinigter Enzyme. **R. 168**, 89
Schulz, G. V., s. *K. Altgelt*
Schulz, K. F. u. *E. Matijević*, Koagulation von Silberhalogenid-Solen. **O. 168**, 143
Schulz, R. C., I. Löflund u. *W. Kern*, Polyacrolein. **R. 150**, 85
Schumaker, V. N., Polydisperse Systeme. **R. 169**, 189
Schwab, G. M. u. a., s. *J. Eggert*

Schwarz, O. u. a., s. *K. Krekeler*
Schwarzwälder, R. u. a., s. *H. Borchers*
Schwiete, H. E., H. Knoblauch u. *G. Ziegler*, Hydratation von Calcium-Silicon. **B. 169**, 187
Seaman, P. H. u. a., s. *F. S. Dainton*
Sedláček, B., Wechselwirkung zwischen Chymotrypsin und Human-Serumalbumin. **R. 168**, 82
Sedláček, B., s. *P. Kratochvíl*
Sedláček, B. u. a., s. *P. Munk*
Segal, L., J. J. Creely u. a., Cellulose. **R. 170**, 91
Segal, L. u. a., s. *J. J. Creely*
Selby, S. M. u. a., s. *C. D. Hodgman*
Sellers, J. W., s. *M. P. Wagner*
Semon, W. L., D. Craig u. a., SN-Kautschuk. **R. 168**, 93
Severini, F. u. a., s. *G. Natta*
Shand, E. B., Bruchspannung von Glas. **R. 170**, 95
Sharp, R. F. u. a., s. *J. S. Elliott*
Sharpe, A. G., s. *H. J. Emeléus*
Shashoua, V. E., Messung der statischen Elektrizität bei Polymeren. **R. 168**, 89
Shashoua, V. E. u. *R. G. Beaman*, Mikrogele. **R. 168**, 86
Sheldon, R. P., s. *D. Patterson*
Sherrard-Smith, K. u. a., s. *E. A. W. Hoff*
Shibata, M. u. *N. Ishikura*, Anthocyanine. **R. 170**, 151
Shimidsu, T. u. a., s. *K. Fukui*
Shinoda, K., T. Yamanaka u. *K. Kinoshita*, Nichtionogene grenzflächenaktive Substanzen. **R. 168**, 80
Shipley, F. W., s. *J. I. Cunneen*
Shipman, J. J. u. a., s. *W. L. Semon*
Shirane, G., s. *E. C. Subbarao*
Shivers, J. C., s. *W. H. Charch*
Sidorovich, E. A., s. *E. V. Kuvshinskii*
Siejka, S., s. *M. Haissinsky*
Simpson, H. E., Oberflächenbeständigkeit von Behältergläsern. **R. 170**, 95
Singewald, A., Flotation. **R. 170**, 79
Sinsheimer, R. L., Phagen-Desoxyribonucleinsäure. **R. 168**, 179
Sitte, P., s. *L. Bachmann*
Skulikidis, T. u. *M. Vasilopoulos*, Sorption von Molekularkolloiden. **O. 168**, 150
Skulikidis, T., G. Paraskevopoulos u. *D. Argyriou*, Anodische Oxydation von Aluminium. **O. 168**, 154
Slichter, W. P., Kristallstrukturen von Polyamiden. **R. 170**, 156
Slough, W., Anionenaustauschereigenschaften von Harzen und Membranen. **R. 168**, 78
Smets, G., A. Poot u. a., Synthese von Pfropfcopolymeren. **R. 168**, 74
Smets, G., s. *L. Ghosez*
Smets, G., s. *A. Vrancken*
Smith, R. G. u. a., s. *H. Leadernan*
Sobel, A. E. u. a., s. *B. N. Bachra*
Sogolova, T. I. u. a., s. *K. A. Kocheshkov*
Sohns, V. E., s. *H. F. Conway*
Solé, A., Stagnoskopie. **B. 168**, 167
Sommer, S., S. Wagener u. *H. Ebner*, Kontinuierliche Herstellung von Polyäthylen. **R. 170**, 160
Sonnenberg, S. u. a., s. *E. Echte*
Šorm, F., Tripeptid-Strukturen in Proteinen. **R. 168**, 180
Souter, F. u. a., s. *K. B. Cooke*
Späth, W., Schlagversuch. **B. 170**, 67
Spenadel, L. u. *R. J. Good*, Kautschuk. **R. 170**, 90
Spencer, T. u. *J. M. Sturtevant*, Chymotrypsin-Katalyse. **R. 168**, 170
Sperati, C. A., s. *M. I. Bro*
Spit, B. J., Hohlräume in Cellulosefasern. **R. 170**, 91
Spurný, J., Graphit. **R. 168**, 169
Spurný, J. u. *B. Dobiás*, ζ-Potential. **R. 170**, 79
Spurný, J. u. a., s. *B. Dobiás*
Spurr, R. A., B. M. Hanking u. *J. W. Rowen*, Polymerisation von Diallylphthalat. **R. 168**, 183
v. Stackelberg, M., Polarographische Arbeitsmethoden. **B. 170**, 150
Stadelmann, E., Durchströmungskammer. **R. 170**, 158
Stanford, J. W. u. a., s. *B. N. Bachra*
Stannett, V. u. a., s. *E. D. Morrison*
Stasiw, O., Ionenkristalle. **B. 168**, 165
Stastny, F., Schaum-Kunststoffe. **R. 170**, 89
Stauff, J., Kolloidchemie. **O. 168**, 1; — (Lehrbuch) **B. 170**, 150
Steele, B. B. u. a., s. *D. F. H. Wallach*
Stevels, J. M., Kristallines und glasiges SiO_2. **R. 170**, 70
Stevenson, D. G., Reinigungsmechanismus. **R. 168**, 192
Stockmayer, W. H. u. a., s. *A. S. Hoffmann*
Stoeckenius, W., J. H. Schulman u. *L. M. Prince*, Myelinfiguren und Mikroemulsionen. **O. 169**, 170
Stoeckenius, W. u. a., s. *J. H. Schulman*
Štokrová, Š. u. a., s. *P. Munk*
Stotz, E. u. a., s. *G. V. Marinetti*
Strittmatter, P., Cytochrom-Reduktase. **R. 168**, 173
Strus, S., s. *S. L. Madorsky*
Styrer, L., Energieübertragung in Proteinen. **R. 170**, 83
Studer, R. O. u. a., s. *A. Light*
Sturtevant, J. M., s. *T. Spencer*
Subbarao, E. C. u. *G. Shirane*, Systeme mit Ba-titanat und -niobat. **R. 168**, 69
Sugano, H., Proteine des Eidotters. 6. **R. 168**, 180
Summers, H. B. jr. u. a., s. *E. A. Wielicki*
Surgenor, D. M. u. a., s. *D. F. H. Wallach*
Sutton, J. W., s. *C. L. McKinnis*
Suzuki, M., H. Miyama u. *S. Fujimoto*, Copolymerisation von Vinylacetat mit Methylmethycrylat. **R. 170**, 73
Swan, J. M., Proteine der Wolle. **R. 168**, 180
Swietoslawski, W. u. *Lenartowski*, Steinkohlenteer. **B. 170**, 150
Taborsky, G., Ribonuclease. **R. 168**, 180
Takada, Y. u. a., s. *Y. Ishida*
Takahashi, K. u. a., s. *H. Ishikura*
Takayama, G. u. a., s. *M. Matsumoto*
Takayanagi, M. u. a., s. *Y. Ishida*
Talalajeva, T. V. u. a., s. *K. A. Kocheshkov*
Tamai, Y., Fettige Filme. **R. 170**, 77
Tamaki, K., Silberjodidsole. **O. 170**, 113
Tanford, C. u. *Y. Nozaki*, β-Lactoglobuline a und b. **R. 170**, 82
Tatani, P. J., s. *M. J. Patani*
Taussig, A. u. *E. H. Creaser*, Bakterien-Nucleinsäuren. **R. 168**, 180
Tawney, P. O., J. R. Little u. *P. Viohl*, Butylkautschuk. **R. 170**, 90
Teale, F. W. J., Häm/Globin-Gleichgewicht. **R. 170**, 84
—, Spaltung der Häm/Protein-Bindung. **R. 170**, 84
Temperley, H. N. V., Selbstverdoppelung langkettiger Molekeln. **R. 168**, 67
Ten Cate, G., s. *H. Bloemendal*
Tessmar, K., s. *U. Johnson*
Thiele, H., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 90
Thiele, H. u. *J. Lange*, Elektrodialyse. **O. 169**, 86
Thomson, L. C. G., M. Hines u. *H. S. Mason*, Hämocyanin. **R. 168**, 180
Thorley, R. S. u. a., s. *A. L. Copley*
Tillmann, P. u. a., s. *H. Becker*
Timasheff, S. u. *M. J. Kronman*, Lichtstreuung. **R. 168**, 168
Tinyakova, E. I., B. A. Dolgoplosk u. *V. N. Reĭkh*, Oxydativer Abbau von Polymeren. **R. 168**, 189
Tinyakova, E. I., E. K. Khrennikova u. a., Vulkanisation von Butadienkautschuk. **R. 168**, 93
Tinyakova, E. I. u. a., s. *B. A. Dolgoplosk*
Tischer, F. J., Mikrowellen-Meßtechnik. **B. 168**, 166

Tischer, I., Influenza-Virus. **R. 170**, 74
Titani, K. u. a., s. *H. Ishikura*
Tkáč, A. u. *V. Kellö*, Freie Radikale in Naturkautschuk. **R. 168**, 189
Tobolsky, A. V. u. *A. Eisenberg*, Polymerisation von E-Caprolactam. **R. 168**, 74
Tobolsky, A. V., s. *K. F. O'Driscoll*
Tombs, M. P. u. a., s. *K. B. Cooke*
Tominatsu, Y., K. J. Palmer u. a., Molekulargewicht von Araban. **R. 170**, 155
Toole, J. u. a., s. *J. C. Bevington*
Toperzer, H. u. a., s. *I. Hangos*
Tori, K., s. *T. Nakagawa*
Török, C., s. *H. Zocher*
Toussaint, H.-E. u. a., s. *W. Scheele*
Trementozzi, Q. A., Lineare und verzweigte Polyäthylene. **R. 170**, 156
Troelstra, S, A., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 106, 130
Trossarelle, L. u. a., s. *J. C. Bevington*
Tsuruta, T., s. *J. Furukawa*
Tsuruta, T. u. a., s. *J. Furukawa*
Tsusaka, A., s. *S. Nakazawa*
Tucker, H., Reaktion von Kautschuk mit Ozon. **R. 168**, 190
Tucker, H. u. a., s. *W. L. Semon*
Tung, L. H., Lichtstreuung von Niederdruck-Polyäthylen. **R. 170**, 157
Tung, L. H., s. *S. Buckser*
Turuizumi, A., Porenstruktur von Aktivkohlen. V. u. VI. **R. 170**, 76

Ueberreiter, K., Ernst Jenckel †, **Nachr. 168**, 97
Uchimura, F. u. a., s. *A. Kajito*
Ukida, J. u. a., s. *M. Matsumoto*
Ulich, H. u. *W. Jost*, Physikalische Chemie **B. 170**, 150.
Ulmann, M., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 148
Ulmann, M. u. *M. Richter*, Papierchromatographische Trennung von Stärkekomponenten. **O. 169**, 136
Ulrich, B., s. *F. Scheffer*
Ulrich, H. M., Gruppenreagens für Hochpolymere. **R. 170**, 88
Unger, M., s. *F. Vester*
Ussing, H. H., s. *P. Meares*

Valentine, L., s. *C. B. Chapman*
Valentine, L., s. *D. R. J. Hill*
van den Berg, H. J., 19. Hauptversammlung der Kolloid-Gesellschaft in Bad Oeynhausen. Diskussion **169**, 111
van Duin, P. J. u. *J. J. Hermans*, Chitosan. **R. 170**, 155
Van Pul, B. I. C. F., Meßapparatur zur Bestimmung der Ozonkonzentration im Kautschuk. **R. 168**, 92
van Rossum, J. J., Horizontale Flüssigkeitsfilme. **R. 170**, 70
van't Riet, B., s. *I. Kolthoff*
van Vorst, W. D., s. *W. J. Knapp*
van Winkle, M., s. *H. R. Crawford*
Van Winkle, Q., s. *W. H. Martin*
Varga, L., A. Pietruszkiewicz u. *M. Ryan*, Cetylpyridiniumhyaluronat. **R. 168**, 183
Varga, S., Verzweigungsgrad von Polyäthylen. **R. 170**, 84
Vascenko, Z. M., s. *A. V. Dumanskij*
Vasilopoulos, M., s. *T. Skulikidis*
Vaughen, G. u. a., s. *W. Cooper*
Vavruch, I., Kolloid-Chemie. **B. 170**, 64
Vecsernyés, L., u. a., s. *I. Hangos*
Veldhoven, H. A. u. a., s. *D. Keikens*
Vessel, E. D. u. a., s. *C. S. Marvel*
Vester, F. u. *M. Unger*, Gegenstromverteilung. **R. 168**, 88
Vestermark, A. u. *H. Boström*, Enzymbildung von Sulfatestern primärer aliphatischer Alkohole. **R. 170**, 153
Vial, F., s. *E. Lund*
Vickers, J. M. F., Wärmeübergang. **R. 169**, 188
Vincent, J. u. a., s. *H. Fricke*
Viohl, P. u. a., s. *P. O. Tawney*
Visvanathan, S. u. *I. Sanghii*, Physikalische Eigenschaften von Flüssigkeiten. **R. 170**, 150
Volk, O. H., s. *G. Pohlmann*
Voyutskii, S. S. u. *R. M. Panich*, Eigenschaften von Latices. **R. 168**, 93
Vrancken, A. u. *G. Smets*, Polymerisation von Vinylbenzoat. **R. 168**, 77
Vuylsteke, P. u. a., s. *H. Peeters*

Wachtel, R. E. u. *V. K. La Mer*, Monodisperse Emulsionen. **R. 168**, 79
Wade, R. H. u. a., s. *C. Hamalainen*
Wagener, S. u. a., s. *S. Sommer*
Wagner, M. P. u. *J. W. Sellers*, Polymerisat und Füllstoff. **R. 170**, 90
Wahba, M. u. *K. Aziz*, Feuchtigkeitsverhältnisse bei Cellulose. **R. 170**, 91
Wake, W. C., s. *D. J. Hine*
Wall, F. T. u. a., s. *A. J. Hyde*
Wallace, T. C., s. *R. S. Hansen*
Wallach, D. F. H., P. A. Maurice u. a., Phosphatidyläthanolamine. **R. 170**, 74
Walsh, A., s. *E. H. Andrews*
Ward, I. M. u. a., s. *R. Land*
Ward, W. H. u. a., s. *Y. Tominatsu*
Warwicker, J. O., s. *D. G. Drummond*
Waeser, B., Chemische Fabrikpraxis. **B. 170**, 68
—, Polymerisationsinitiatoren. **P. B. 168**, 57
Watanabe, A., s. *R. H. Ottewill*
Waterman, H. I., s. *J. M. Delderik*
Watson, D. D., s. *L. H. Brown*
Watson, D. H., s. *I. M. Dawson*
Watson, J. W. u. *R. Jervis*, Verstärkungsvorgang bei Kautschuk. **R. 168**, 94
Watson, W. F., s. *R. J. Ceresa*
Watson, W. F., s. *J. I. Cunneen*
Watson, W. F., s. *D. J. Elliott*
Watson, W. F. u. a., s. *D. J. Angier*
Weast, R. C. u. a., s. *C. D. Hodgman*
Weber, G., s. *G. Wick*
Wegener, W. Verformung von Perlonmonofil. **R. 170**, 92
Weidel, R. A., Lichtdurchlässigkeit von Ca/Al-Gläsern. **R. 170**, 95
Weidemanns Buchhandlung, Technische Literatur. **B. 170**, 69
Weimar, V., Stromazellen. **R. 168**, 173
Weissberger, A., Physikalische Methoden der organischen Chemie. **I. B. 168**, 167
Werner, H., s. *H.-M. Koepp*
Westlinning, H., Aktivruße in Kautschuk. **R. 168**, 94
Weston, R. D. u. a., s. *K. B. Cooke*
Weyl, D., Porzellan. **R. 170**, 95
White, E. F. T. u. a., s. *C. H. Bamford*
White, P. u. *G. C. Benson*, Micellbildungswärme von Kaliumoktanoat. **R. 168**, 80
Whitefield, J. F. u. a., s. *R. H. Rixon*
Whitehead, J. K. u. *D. Beale*, Thyroxinbestimmung. **R. 168**, 186
Whiteley, A. H. u. a., s. *F. Baltzer*
Wiberg, K. B., Laboratoriumstechnik. **B. 169**, 187
Wibranetz, A., s. *W. Mannchen*
Wichterle, O. u. *V. Gregor*. Pfropfung von Polycaprolactam. **R. 168**, 75

Wick, G. u. *H. König*, Schlagzähe PVC-Granulate. **R. 170**, 159
Wick, G. u. *G. Weber*, Polyvinylchlorid für Plastisole. **R. 170**, 159
Wielicki, E. A, .C. J. Boone, R. D. Evans, M. R. Lytton u. a., Copolymere aus Pin- und Homopinsäureester. **R. 170**, 73
Wilcox, P. E. u. a., s. *E. W. Davie*
Wilhelm, H. A. u. *R. A. Foos*, Gegenstrom-Flüssig/Flüssig-Extraktion, Apparatur für die. **R. 168**, 89
Wilkins, M. H. F. u. *G. Zubay*, Nucleohistone. **R. 168**, 173
Wilkins, R. G., s. *J. Lewis*
Wilkinson, P. R. u. *R. M. Hoffman*, Falten im Gewebe. **R. 186**, 192
Wille, F., s. *E. Dane*
Williams, L. C. u. a., s. *H. Leadernan*
Williams, T. C., R. A. Pike u. *F. Fekete*, Cyanosilicon-Elastomere. **R. 170**, 90
Wiloth, F., Polymerisation von ε-Caprolactem. **R. 168**, 77
Wilsing, H. u. a., s. *E. Jenckel*
Wilson, B. W., D. E. Buetow u. a., Wachstum und Atmung der Zelle. **R. 170**, 153
Winnacker, K. u. *L. Küchler*, Chemische Technologie, III. **B. 169**, 187
Wissbrun, K. F. u. *A. Patterson*, jr., Leitfähigkeit von Polyelektrolyten. **R. 168**, 67, 87
Wolf, K. L., Physik und Chemie der Grenzflächen. II. **B. 170**, 65
Wolff, W. F., Aktivkohle, Modell für. **R. 168**, 69
Wolff, W. F. u. *P. Hill*, Adsorption von Isomeren. **R. 168**, 176
Wolins, W., s. *M. Maxfield*
Wondratschek, H., Gleichzeitige Oberflächenspannungs- und Viskositäts-Bestimmungen an Gläsern. **R. 170**, 87
Wood, L. A., Kautschukelastizität. **R. 168**, 94
—, Vulkanisate. **R. 168**, 190
Woods, D. E. u. *J. E. Roberts*, Vulkanisation von Gummilösungen. **R. 168**, 190
Wormald, D., Folien aus Polyvinylchlorid. **R. 168**, 184
Worrall, R., u. *S. H. Pinner*, Polymerisation von Isobutylen und Methylmethacrylat. **R. 168**, 75
Wörster, E., s. *E. Kordes*
Wright, G. E. u. a., s. *R. M. Esteve*, jr.
Wunderly, C., Diffusion von Proteinen. **R. 168**, 83
Wyckoff, R. W. G., Kristall-Strukturen. **B. 169**, 183
Yagi, T. u. a., s. *K. Fukui*
Yakubchik, A. I., N. G. Kasatkina u. *T. E. Pavlovskaya*, Ozoneinlagerung in Kautschuk. **R. 168**, 190
Yakubchik, A. I., N. G. Kasatkina u. a., Abbau von ozonisiertem Butadienkautschuk. **R. 168**, 190
Yamaguchi, S., Magnetische Induktion in Eisenfilmen. **R. 170**, 96
—, Magnetische Rosttheorie. **W. K. 168**, 56
Yamaguchi, S. u. *T. Katsurai*, Ferromagnetisches Fe_3S_4. **W. K. 170**, 147
Yamamoto, D. u. *T. Gotô*, Potentialverteilung an Metalloberflächen. **R. 170**, 153
Yamamoto, M. u. a., s. *Y. Ishida*
Yamanaka, T. u. a., s. *K. Shinoda*
Yanko, J. A. u. a., s. *W. L. Semon*
Yaroshevich, A. G., s. *G. A. Blokh*
Yoda, N., Polyanhydride. **R. 169**, 191
Yonetani, T., Cytochrom a. **R. 168**, 83
Yoshitomi, T., s. *K. Nagamatsu*
Youdale, T. u. a., s. *R. H. Rixon*
Yuasa, S. u. a., s. *K. Fukui*

Zahn, H. u. *P. Schäfer*, Polymerisation des Acrylnitrils. **R. 169**, 191
Zahn, R. K., A. Kleinschmidt u. *M. Gehatia*, Biochemisches Verhalten von Desoxyribonucleinsäure. **O. 169**, 168
Zahn, R. K. u. a., s. *M. Gehatia*
Zahn, R. K. u. a., s. *A. Kleinschmidt*
Zapp, R. L., Butylkautschuk-Vulkanisate. **R. 168**, 95
Zavorochina, N. A. u. *V. G. Benkovskij*, Tonerdesuspensionen. **R. 168**, 79
Zhuravleva, T. G. u. a., s. *B. A. Dolgoplosk*
Zhuravleva, T. G. u. a., s. *E. I. Tinyakova*
Ziegler, G. u. a., s. *H. E. Schwiete*
Zisman, W. A., s. *A. H. Ellison*
Zisman, W. A., s. *L. Jarvis*
Zittle, C. A. u. a., s. *J. Cerbulis*
Zocher, H. u. *C. Török*, Aluminiumhydroxyd-Taktosol. **O. 170**, 140
Zöhren, J. u. a., s. *K. Krekeler*
Zonderman, E. u. a., s. *R. Goldstein*
Zubay, G. u. *P. Doty*, Desoxyribonucleo-Protein. **R. 168**, 83
Zubay, G., s. *M. H. F. Wilkins*
Zuev, Yu. S. u. *S. Pravednikova*, Dehnungsgrad und Ozoncracken von Kautschuk. **R. 168**, 191

Sachregister

zur Kolloid-Zeitschrift, Bd. 168, 169 und 170 (1960)

O. = Originalarbeit, **Dk.** = Diskussionsbemerkung, **W. K.** = Wissenschaftlicher Kurzbericht, **W. T. S.** = Wissenschaftlich-technischer Sammelbericht, **P. B.** = Patentbericht, **T.** = Tagungsbericht, **B.** = Buchbesprechung, **R.** = Referat, **Berichtig.** = Berichtigung, **Nachr.** = Nachruf

Die erste, fette Zahl zeigt den Band (**168, 169** oder **170**) an, die zweite die Seitenzahl

Additionspolymere, Spaltung durch Ultraschall. 5. Einfluß der Anfangskettenlänge. 6. Frequenzeffekt. *Mostafa*. **R. 168**, 85
Adsorbentien, Prüfung mit Hilfe der Gaschromatographie, *Cremer*. **R. 169**, 189
Adsorption, Beziehungen zwischen den verschiedenen Definitionen der physikalischen, *Hill*. **R. 168**, 174
—, Katalyse und, *Emmett*. **R. 168**, 174
— aus Lösungen, Einfluß der Polydispersität des Adsorbens auf die Kinetik der, *Pouchly*. **R. 168**, 176
Adsorption von Ameisensäure, — und Zersetzung an Ni—SiO_2-Katalysatoren, *Fahrenfort* u. *Hazebroek*. **R. 168**, 78
— von Farbstoffen, optische Untersuchung des physikalischen Zustandes bei der, *Campbell, Cathcart* u. a. **R. 170**, 74
— von Fluorkohlenstoffderivaten, — an der Grenzschicht organisches Lösungsmittel/Luft, *Ellison* u. *Zisman*. **R. 168**, 174
— von Gasen, — an Aktivkohle. V. *Turuizumi*. **R. 170**, 76

Adsorption von Gasen, — an gesinterten porösen Membranen, *Lindström* u. *Mårtensson*. **O. 169**, 28
— von Gasgemischen, *Reeds* u. *Kammermeyer*. **R. 168**, 176
— von Inertgasen, — an modifizierter Aktivkohle, *Wolff* u. *Hill*. **R. 168**, 176
— von Ionen, Bestimmung der — durch eine radioaktive Markierungsmethode. 2. Adsorption von Nd-Ionen und Koagulation von AgJ. *Herak* u. *Mirnik*. **O. 168**, 139
— von Ionen, γ-Strahlen-Einfluß auf die, *Haissinsky* u. *Siejka*. **R. 168**, 174
— von Kohlenwasserstoffen, *McKee*. **R. 168**, 175
— von Methylenblau, Mechanismus der — an Aluminiumoxyd, *Skulikidis* u. *Vasilopoulos*. **O. 168**, 150
— von Molekularkolloiden, Mechanismus der — an festen Stoffen, *Skulikidis* u. *Vasilopoulos*. **O. 168**, 150
— von n-Monocarboxyl-Säuren, — an Aktivkohle. 6. *Turuizumi*. **R. 170**, 76
— von negativ geladenen Komplexen, — an Kationenaustauschern, *Kraus*, *Michelson* u. *Nelson*. **R. 168**, 175
— von neutralen Substanzen, Bestimmung der, *Breiter* u. *Delahay*. **R. 168**, 176
— von organischen Säuren, — in der Grenzschicht Wasser/Luft, *Hansen* u. *Wallace*. **R. 168**, 174
— von Polystyrol, — an Kohle, *Frisch*, *Hellman* u. *Lundberg*. **R. 169**, 189
— von Silicatsolen, — an der Oberfläche von Leuchtstoffen, *Hangos*, *Toperzer* u. a. **O. 170**, 104
— von Spaltprodukten, *Belloni*, *Haissinsky* u. *Salame*. **R. 168**, 78
Adsorptionsvermögen, Beziehung zwischen — und Löslichkeit von Substanzen, *Krishnamurti* u. *Mirza*. **R. 168**, 175
Adsorptionswärme, — beim Benetzen von Ruß und mineralischem Staub, *Hine* u. *Wake*. **R. 168**, 69
—, Einfluß von Zwischenraumkondensation auf die — und Isothermen, *Pierce*. **R. 168**, 175
Agrikulturchemie und Bodenkunde, Lehrbücher der. 1. Teil, *Scheffer* u. *Schachtschabel*. **B. 169**, 187
—, Lehrbuch der. 3. Teil, *Scheffer* u. *Ulrich*. **B. 168**, 167; **169**, 187
Aktin, G-F-Umwandlung des, *Oosawa*, *Asakura* u. a. **R. 169**, 190
Aktivkohle, Modell für, *Wolff*. **R. 168**, 69
—, Porenstruktur. 5. u. 6., *Turuizumi*. **R. 170**, 76
Alkohole, Enzymbildung der Sulfatester primärer aliphatischer, *Vestermark* u. *Boström*. **R. 170**, 153
Aluminium, Kinetik der anodischen Oxydation von, *Skulikidis*, *Paraskevopoulos* u. *Argyriou*. **O. 168**, 154
α-Aluminiumoxyd, Wachstum von Plättchen aus — aus der Dampfphase, *May*. **R. 170**, 70
Aminobenzoesäuren, Ionisation der Hydrazide der, *Canić*. **R. 168**, 169
Amoeba proteus, UV-Einfluß auf die Hydratation von, *Rinaldi*. **R. 168**, 173
Analyse, chemische, *Laitinen*. **B. 170**, 69
Anthocyanine, — in Tulpenblüten, *Shibata* u. *Ishikura*. **R. 170**, 151
Antikörper, Synthese von, *Schultze*. **R. 168**, 82
Apoferritin, Struktur von, *Harrison*. **R. 168**, 178
Araban, Molekulargewicht von — der Zuckerrübe, *Tominatsu*, *Palmer* u. a. **R. 170**, 155
Assoziationskolloide, Assoziations- und Phasengleichgewichte bei der Einwirkung von Paraffinkettenalkoholen an wäßrigen Lösungen von, *Ekwall*, *Danielsson* u. *Mandell*. **O. 169**, 113
—, Bestimmung der kritischen Micellbildungs-Konzentration nicht-ionisierter, *Ross* u. *Olivier*. **R. 170**, 80
—, kritische Micellbildungs-Konzentration von Ätheralkoholen, *Becher*. **R. 170**, 79
Ätheralkohole, kritische Micellbildungs-Konzentration. *Becher*. **R. 170**, 79
Äthylcellulose, dielektrische Dispersion von — in n-Butylacetatlösung, *Scherer*, *Hawkins* u. *Levi*. **R. 169**, 190
Äthylenoxyd, oberflächenaktive Anlagerungsprodukte des, *Schönfeldt*. **B. 169**, 184
Autoklavierung, hydrothermale Änderungen der Lösungen von Th- und U-Salzen, *Katsurai*. **O. 170**, 57

Barium, System-Nr. 30, Ergänzungsband, *Gmelins* Handbuch der anorganischen Chemie, *Gmelin-Institut*, Frankfurt/M. **B. 170**, 149
Baumwolle, anorganiche Salze und Oxyde als Ausrüstungsmittel für, *Esteve*, jr., *Wright* u. *Mack*. **R. 168**, 192
—, Aufpfropfen von Acrylnitril auf, *Arthur*, jr., *Demint* u. a. **R. 168**, 191
—, Knitterechtheit von — im nassen Zustande, *Guthrie*. **R. 170**, 92
—, Kraft-Dehnungs-Diagramme von mit Soda behandelten Fasern von. *Satlow*. **R. 170**, 91
—, partiell carboxymethylierte — als Zwischenprodukt für weitere chemische Veredlung. *Reinhardt*, *Reid* u. a. **R. 170**, 91
—, Röntgenabsorptionsphänomen an, *Ruck*. **W. K. 170**, 63
—, Zusammenhänge zwischen Farbstoffaufnahme und anderen Eigenschaften der Fasern von, *Pal* u. *Esteve*, jr. **R. 170**, 92
Bence-Jones-Proteine, optimale Bedingungen für die Hitzefällung der, *Putnam*, *Essley* u. a. **R. 168**, 179
Bezugsquellennachweis, „Wer liefert was", *Anonym*. **B. 170**, 69
Bindegewebe, Titration von, *Joseph*, *Catchpole* u. a. **R. 168**, 171
Biologische Objekte, interferenzmikroskopische Trockengewichtsbestimmungen an, *Pehland* u. *Hager*. **R. 170**, 152
Blockpolymere, Bereitung durch mechanische Einwirkung, *Angier*, *Ceresa* u. *Watson*. **R. 168**, 90
Blut, kapillares Fließen und Festhaften von Rinder-—, —-Plasma und —-Serum im Kontakt mit Glas- und Fibrinoberflächen, *Copley*, *Blair* u. a. **O. 168**, 101
—, Rheologie der Klumpung von, *Blair* u. *Burnett*. **O. 168**, 98
Bodenkunde, s. Agrikulturchemie
Buna, s. Kautschuk
Butadien-Kautschuk, s. Kautschuk
Butadien-Styrol-Kautschuk, s. Kautschuk
Butyl-Kautschuk, s. Kautschuk

C s. auch *Z*
Cadmium, System-Nr. 33, Ergänzungsband, *Gmelins* Handbuch der anorganischen Chemie, *Gmelin-Institut*, Frankfurt a. M. **B. 170**, 69
α-Casein, Wirkung von Rennin und Pepsin auf —: p-Casein und lösliche Produkte, *Cerbulis*, *Custer* u. *Zittle*. **R. 170**, 153
α_1-Casein, Gewinnung von, *McMeekin*, *Hipp* u. *Groves*. **R. 168**, 82
Cellit-Sinterpulver, *Röhm* u. *Glässer*. **R. 170**, 159
Cellulose, Bestimmung des Kristallinitätsgrades von — aus der Röntgenstreuung, *Segal*, *Creely* u. a. **R. 170**, 91
—, Fixierung von — und Temperaturabhängigkeit der Benetzungswärme in Wasser, *Wahba* u. *Aziz*. **R. 170**, 91
—, partielle Acetylierung von, *Hamalainen*, *Wade* u. *Cruz*. **R. 170**, 90
—, Röntgenuntersuchung an —-komplexen mit Diaminen, *Creely*, *Segal* u. *Loeb*. **R. 170**, 154

Cellulose, Wasserstoffbindungen in nativer, *Liang* u. *Marchessault*. **R. 169**, 190
Celluloseacetat, Beziehung zwischen Verteilung des Polymerisationsgrades und den mechanischen Eigenschaften von, *Cumberbirch*. **R. 168**, 191
Cellulose-Ionenaustauschersäulen, Chromatographie von Serumproteinen an, *Cooke, Tombs* u. a. **R. 170**, 154
Cellulosetrinitrat, Sorptionseffekt von — bei der Kapillarviskosimetrie, *Huque, Fishman* u. *Goring*. **R. 168**, 73
Ceruloplasmin, Gewinnung von, *Sanders, Miller* u. *Richard*. **R. 168**, 82
Cetylpyridiniumhyaluronat, Fließstudien bei, *Varga, Pietruszkiewics* u. *Ryan*. **R. 168**, 183
Cetyltrimethylammoniumbromid/Wasser/Capronsäure,das System, *Boffey, Collison* u. *Lawrence*. **R. 168**, 79
Chemie, Agrikultur—, s. Agrikulturchemie
—, Fortschritte in anorganischer — und Radio-—, *Emeléus* u. *Sharpe*. **B. 168**, 163
—, Grundlagen der anorganischen, *Gilreath*. **B. 170**, 64
—, Handbuch der — und Physik, *Hodgman, Weast* u. *Selby*. **B. 168**, 163
—, kleines chemisches Praktikum, *Dane* u. *Wille*. **B. 170**, 149
—, Kolloid-—, s. Kolloidchemie
—, Koordinations-—, *Lewis* u. *Wilkins*. **B. 169**, 187; — **B. 170**, 149
—, kurzes Lehrbuch der physikalischen, *Ulich*. u. *Jost* **B. 170**, 150
—, Laboratoriumstechnik der organischen, *Wiberg*. **B. 169**, 187
—, Lehrbuch der organischen, *Fieser* u. *Fieser*. **B. 169**, 187
—, Lehrbuch der physikalischen — in elementarer Darstellung, *Eggert, Hock* u. *Schwab*. **B. 168**, 166
—, Lipid-—, *Hanahan*. **B. 169**, 187
—, physikalisch-chemisches Rechnen, *Fromherz*. **B. 170**, 69
—, physikalische — der Hochpolymeren, *Huggins*. **B. 170**, 148
—, physikalische Methoden der organischen. I. *Weissberger*. **B. 168**, 167
Chemisorption, Rolle des festen Adsorbens, *Parravano, Friedrick* u. *Boudart*. **R. 168**, 175
Chitosan, Lichtstreuung und Viskosität von — in wäßrigen Kochsalzlösungen, *van Duin* u. *Hermans*. **R. 170**, 155
Chloroplasten, elektronenmikroskopische Untersuchung von, *Kaja*. **R. 170**, 152
Chromatide, Spaltung durch γ-Strahlen, *Beary* u. *Evans*. **R. 168**, 172
Chromatographie, Grundlagen und Praxis der Gas-—, *Pecsok*. **B. 170**, 65
Chymotrypsin, Mechanismus von mit — katalysierten Reaktionen, *Spencer* u. *Sturtevant*. **R. 168**, 170
—, Wechselwirkung mit Human-Serumalbumin, *Sedláček*. **R. 168**, 82
Copolymere aus Pin- und Homopinsäureester, *Wielicki, Boone* u. a. **R. 170**, 73
— aus Vinylpinonat und Vinylchlorid, *Marvel, Vessel* u. *Magne*. **R. 170**, 151
Copolymerisation von Divinyl-*Schiff*schen Basen, Darstellung und. 3., *Ringsdorf* u. *Greber*. **R. 168**, 76
— von Methacrylsäureestern und Methacrylnitril, *Cameron, Grant* u. a. **R. 170**, 151
— von Styrol und Methylmethacrylat, Aktivierung der — durch Lithium, *O'Driscoll* u. *Tobolsky*. **R. 169**, 189
— von Vinylacetat und Methylmethacrylat, *Suzuki, Miyama* u. *Fujimoto*. **R. 170**, 73
α-Crystallin, Isolierung und Eigenschaften von aus den Augenlinsen von Rindern gewonnenem, *Bloemendahl* u. *Ten Cate*. **R. 170**, 153
Cyanosilikon-Elastomere, *Williams, Pike* u. *Fekete*. **R. 170**, 90
Cytochrom, Chromatographie von — durch *Celite*-Ionenaustauscherharze, *Boardman*. **R. 168**, 184
Cytochrom a, Beeinflussung der Aktivität durch Detergentien, *Yonetani*. **R. 168**, 83
Cytochrom c, Diazo-Kupplung und Jodierung des, *Ishikura, Takahashi* u. *Titani*. **R. 168**, 178
Cytochrom-Reduktase, reaktionsfähige Sulfhydrylgruppen der, *Strittmatter*. **R. 168**, 173
Cytoplasma, Spezial-— in Farnrhizoiden. *Nakazawa* u. *Tsusaka*. **R. 170**, 152

Densitometer, Konstruktion eines, *Mastner, Franěk* u. *Novák*. **R. 168**, 184
Desoxyribonucleinsäure, biochemisches Verhalten von, *Zahn, Kleinschmidt* u. *Gehatia*. **O. 169**, 168
—, Denaturierung oder Dissoziation von — in verdünnter wäßriger Lösung. *Oth*. **R. 170**, 83
—, einsträngige aus Bakteriophage, *Sinsheimer*. **R. 168**, 179
—, molekulare Morphologie von, *Kleinschmidt, Gehatia* u. *Zahn*. **O. 169**, 156
—, Molekulargewichtsverteilung von — in der Ultrazentrifuge, *Gehatia, Zahn* u. *Kleinschmidt*. **O. 169**, 162
—, Sedimentationsgrenze des Na-Salzes von, *Coates* u. *Jordan*. **R. 170**, 82
—, Untersuchung der Gele von — mittels Röntgenstrahlen-Kleinwinkelstreuung, *Luzzati* u. *Nicolaieff* **R. 168**, 181
Desoxyribonucleo-Protein, Isolierung und Eigenschaften von, *Zubay* u. *Doty*. **R. 168**, 83
Destillation, extraktive und azeotrope, *Röck*. **B. 170**, 150
Detergentien, Solubilisation von Wasser durch kationaktive, *Palit, Moghe* u. *Biswas*. **R. 168**, 80
—, s. a. Grenzflächenaktive Substanzen
Dialdehydstärke, elektrolytische Zelle zur Darstellung von, *Conway* u. *Sohns*. **R. 168**, 192
Dialyse, Apparatur für kontinuierliche Gegenstrom-—, *Heckly*. **R. 170**, 86
—, Feldausnützung bei Elektro-—, *Thiele* u. *Lange*. **O. 169**, 86
Dielektrische Eigenschaften, — von Systemen aus Feststoff und Leiter. *Leibler*. **R. 168**, 168
Dielektrische Meßmethoden, — zur quantitativen Analyse und für chemische Strukturbestimmungen, *Oehme*. **B. 169**, 182
Diffusion, Methoden und Möglichkeiten der, *Marignan*, **R. 168**, 168
—, Theorie der thermischen — in Flüssigkeitskolonnen, *Emery*. **R. 168**, 67
—, Viskosität und Selbst-— in Flüssigkeiten, *McLaughlin*. **R. 168**, 172
Diffusionskoeffizient, Bestimmung durch *Cotrell*-Messungen, *Macero* u. *Rulfs*. **R. 168**, 169
Dimethylpolysiloxane, Pyrolyse von, *Lewis*. **R. 168**, 182
Dispersionen, Einfluß von grenzflächenaktiven Stoffen und Schutzkolloiden auf die Stabilität hydrophober, *Lange*. **O. 169**, 124

Einkristalle, Kriechen kubisch-flächenzentrierter — von Metallen, *Michelitsch*. **R. 170**, 96
Eisensulfid, Bildung des ferromagnetischen Fe_3S_4, *Yamaguchi* u. *Katsurai*. **W. K. 170**, 147
Elastomere, durch Kondensation erhaltene Blockpolymere. *Charch* u. *Shivers*. **R. 168**, 83
Elektrodiffusion, Theorie der, *Bak* u. *Kauman*. **R. 168**, 167
Elektronenbeugung, Bildfehler im —-Diagramm, *Noven* u. *Lenz*. **R. 170**, 69
—, Bildfehler im elektronenoptischen Diagramm, *Lenz*. **R. 170**, 69

Elektronenmikroskopie, einfaches Verfahren zur Auswertung von Stereoaufnahmen bei der, *Pohlmann* u. *Ahrend*. **R. 170**, 86

—, 4. internationaler Kongress für. *Anonym*. **B. 170**, 69

—, Massenabnahme von Einbettungsmitteln unter Elektronenbeschuß, *Reimer*. **R. 170**, 86

Elektronik, — für Spektroskopiker, *Cannon*. **B. 170**, 69

Elektroosmose, Apparatur zur Bestimmung der, *Ranný*. **R. 168**, 184

Elektrophorese, Abtrennung der löslichen Stärke von den Proteinfraktionen bei der Stärkegel-—, *de Paillerets Moretti* u. *Jayle*. **R. 168**, 183

—, Einfluß des Transportmediums auf die Fraktionierung von Proteinen bei der Zonen-—, *Miller* u. *Bernfeld*. **R. 170**, 86

—, interferometrisches Verfahren bei der Zonen-—, *Bockemüller*. **R. 169**, 191

—, ionophorotische Diagramme bei der zweidimensionalen. *Peeters, Vuylsteke* u. *Noe*. **R. 168**, 168

—, Theorie, Methoden und Anwendungen, *Bier*. **B. 168**, 164

—, vereinfachte Flüssigkeitsfilm-Methode der, *Ressler* u. *Moy*. **R. 170**, 87

Emulgatoren, Spreitungskoeffizienten und Struktur von, *Ross, Chen* u. *Becher*. **R. 170**, 76

Emulsionen, Bestimmung des Durchmessers des Oberflächenquerschnittes der Teilchen in farbigen, *Lloyd*. **R. 168**, 79

—, Bildungsmechanismus und Struktur von Mikro-—, *Schulman, Stoeckenius* u. *Prince*. **R. 170**, 78

—, Herstellung monodisperser, *Wachtel* u. *La Mer*. **R. 168**, 79

—, Struktur von Mikro-— aus mikroskopischer Betrachtung, *Stoeckenius, Schulman* u. *Prince*. **O. 169**, 170

— von Olivenöl, Untersuchung von — mit festen Stabilisatoren, *Mukerjee* u. *Srivastava*. **O. 170**, 32

Enzyme, Bestimmung von Diffusionskonstanten ungereinigter — ,mit Hilfe des Aktivitätsrestes, *Schulz, Laue* u. *Bodmann*. **R. 168**, 89

β-Eucryptit, *Bush* u. *Hummel*. **R. 170**, 93

Fabrikpraxis, chemische, *Waeser*. **B. 170**, 68

Fasern, Analyse von, *Kline*. **B. 169**, 181

—, Bestimmung der Faserfeinheit bei Chemie-—, *Lünenschloss* u. *Hummel*. **R. 170**, 86

—, Enzyklopädie der synthetischen, *Press*. **B. 169**, 187

—, Hochveredelung von, *Enders*. **R. 170**, 92

—, Wasseraufnahme in ihrer Beziehung zur zeitlichen Erniedrigung des ζ-Potentials von — in Wasser, *Kanamaru*. **O. 168**, 115

— aus Cellulose, Adsorption an, *Daruwalla* u. *Mehra*. **R. 168**, 191

— aus Cellulose, Präparationstechnik für die Untersuchung von, *Spit*. **R. 170**, 91

— aus Kollagen, Mischungsentropie des amorphen Kollagens mit Wasser, *Oth*. **O. 168**, 49; **Berichtig. 170**, 160

— aus Polyamiden, Nachweis von Schäden an, *Bubser* u. *Modlich*. **R. 170**, 92

— aus Polyestern, Anfärbung von — mit Dispersionsfarbstoffen, *Patterson* u. *Sheldon*. **R. 168**, 192

— aus Polyestern, vorrückende Fronten der, *Nebel*. **R. 170**, 92

— aus Viskosekunstseide, Anfärbung von — mit Procion-Farbstoffen, *Kato*. **R. 168**, 191

Faser-Proteine, Wasserstoff-Deuterium-Austauschreaktionen in, *Fraser* u. *Macrae*. **R. 170**, 154

Feldtheorie, Einführung in die Quanten-—, *Mandl*. **B. 169**, 187

Ferritin, Struktur von, *Harrison*. **R. 168**, 178

Feststoffe, hochdisperse, *Gregg*. **O. 169**, 5

Fibrin, „Retraktion" des — gerinnsels ohne Thrombocyten, *Kuhnke* u. *Brilla*. **R. 168**, 171

Filme, Struktur und Schmierfähigkeit fettiger, *Tamai*. **R. 170**, 77

— von Eisen, magnetische Induktion in, *Yamaguchi*. **R. 170**, 96

— von Flüssigkeiten, Untersuchung von horizontalen —, Wellenbildung, Zerstäubung, Filmdichte, *van Rossum*. **R. 170**, 70

Flockung, — und die *Schulze-Hardy*sche Regel, *Duclaux* u. *Cohn*. **R. 168**, 176

Flotation, Phasengrenzpotentiale Mineral/Lösung bei der, *Dobiás, Spurný* u. *Freudlová*. **R. 170**, 78)

—, Zusammenhang zwischen — und Löslichkeit von Salzmineralen, *Singewald*. **R. 170**, 79

— von Chromit, *Marowietz*. **R. 170**, 78

Flüssigkeiten, Beziehung zwischen Wärmeleitfähigkeit, Molekulargewicht und Gefrierpunkt von, *Visvanathan* u. *Sanghii*. **R. 170**, 150

—, Zustandsgleichung von in porösen Kristallen adsorbierten, *Barrer* u. *Rees*. **R. 168**, 68

Fraktionensammler, volumengesteuerter — für Chromatographiersäulen, *Pelzer*. **R. 169**, 192

Fraktionierungsvorrichtung, eine horizontale, *Markels*, jr. u. *Drew*. **R. 168**, 89

Galle, makromolekulare Komponente der — vom Menschen, *Maxfield* u. *Wolins*. **R. 168**, 172

Gegenstrom-Flüssig/Flüssig-Extraktion, Apparatur für die. *Wilhelm* u. *Foos*. **R. 168**, 89

Gegenstromverteilung, — mit einfachen Mitteln, *Vester* u. *Unger*. **R. 168**, 88

Gele, Mikro-, s. Mikrogele

— von Wolframat, Absetzgeschwindigkeit von —(Ferri-wolframat und Veränderungen in Viskosität, Leitfähigkeit und p_H-Wert der Sol-Gel-Umwandlung. *Malik* u. *Ali*. **O. 170**, 35

Gerbstoffe, 2 neue kristallisierte Ellagen-—, *Mayer, Lauer* u. a. **R. 170**, 152

—-enzymen. *Arbeitsgemeinschaft der Getreideforschung e. V*. **B. 168**, 165

Getreide, neue Forschungen bei —-eiweiß, —-stärke und —-enzymen. *Arbeitsgemeinschaft der Getreideforschung e. V*. **B. 168**, 165

—, Qualität, Trocknung und Lagerung von, *Arbeitsgemeinschaft Getreideforschung e. V*. **B. 168**, 64

Gewebe, Beeinflussung des Faltigwerdens von, *Wilkinson* u. *Hoffman*. **R. 168**, 192

—, Messung der Luftdurchlässigkeit von, *Lord*. **R. 170**, 86

—, Messung physiologischer Redoxpotentiale in Aufschlämmungen von, *Rummeni*. **R. 168**, 173

Gitter, elektronenoptische Herstellung von *Mikro*-—, *Boersch, Hamisch* u. *Löffler*. **R. 170**, 157

Glas, Apparatur zur Messung der Adsorptionsgeschwindigkeit einer Gasblase in, *Greene* u. *Gaffney*. **R. 168**, 88

—, Benetzbarkeit durch Schmelzen von — und elektrochemische Eigenschaften bei Edelmetallen, *Dietzel* u. *Coenen*. **R. 170**, 95

Glas, Bruchspannung von — aus der Dimension der spiegelnden Bruchfläche, *Shand*. **R. 170**, 95

—, Diffusion des Wassers in — bei hohen Temperaturen. 5., *Scholze* u. *Mulfinger*. **R. 170**, 94

—, Einfluß von Übergangselementen auf die Durchlässigkeit von Ca/Al— für sichtbares und UV-Licht, *Weidel*. **R. 170**, 95

—, Einfluß von Wasser auf die Eigenschaften des —, insbesondere auf Dichte und Lichtbrechung.6., *Scholze, Franz* u. *Merker*. **R. 170**, 94

—, Einfluß von Zusammensetzung und Feinbau auf die UV-Durchlässigkeit binärer Silikat-, Borat- und Phosphatgläser, *Kordes* u. *Wörster*. **R. 170**, 93

—, Entwicklung und Fertigung von Laboratoriumsgeräten aus, *Friedrichs*. **B. 170**, 149

—, Oberflächenbeständigkeit von, *Simpson*. **R. 170**, 95

—, Porenstruktur von gesintertem, *Fatt*. **R. 168**, 95

—, Verfahren zur gleichzeitigen Bestimmung von Zähigkeit und Oberflächenspannung an — bei relativ niedrigen Temperaturen, *Wondratschek*. **R. 170**, 87

—, Verwendung in Faserform als Isolations- und Konstruktionsmaterial, *Schmidt*. **R. 170**, 94

—, Viskositätseinfluß auf die Spannungsauslösung, *McGraw* u. *Babcock*. **R. 170**, 93

—, Wassereinbau in. 3. UR-Messungen. 4.Temperatureinfluß auf den Wassereinbau, *Scholze*. **R. 170**, 94

Glaskörper des Auges, Immunoelektrophorese des, *Fayet*. **R. 168**, 170

Glasschmelzen, Energietransport in, *Huhmann-Kotz*. **R. 168**, 96

Glasschmelzprozeß. 1. Theorie des. 2. Glasstruktur und Einfluß der „Schmelzgeschichte", *McKinnis* u. *Sutton*. **R. 168**, 96

Globine, Lichtstreuung und Sedimentation der nativen — von erwachsenen Menschen und Feten, *Rossi-Fanelli, Antonini* u. *Caputo*. **R. 170**, 82

—, Untersuchung des Gleichgewichtes mit Häm durch Fluorimetrie, *Teale*. **R. 170** 84

γ-Globulin vom Menschen, Fraktionierung, *Fahey* u. *Horbett*. **R. 168**, 81

Glutaminsäure-Dehydrogenase, Harnstoffdenaturierung von, *Inagaki*. **R. 168**, 178

Gold, Einkristall-Plättchen von, *Brüche*. **O. 170**, 97

Graphit, Flotierbarkeit mit normalen aliphatischen Alkoholen, *Spurný*. **R. 168**, 169

Grenzfläche, Physik und Chemie der. 2. Die Phänomene im besonderen, *Wolf*. **B. 170**, 65

— Luft/Wasser, Oberflächenschichten des trimeren Phenylphosphonitrils an der, *Ramain, Runavot* u. *Schneebeli*. **R. 168**, 174

Grenzflächenaktive Substanzen, Abhängigkeit des Gleichgewichtsdruckes von p_H-Wert und Konzentration der — im Gleichgewicht mit Öllinsen auf Wasser, *Fowkes, Ronay* u. *Schick*, **R. 170**, 76

—, Adsorptionskomplexe von Polymeren mit, *Saito*. **O. 168**, 128

—, Analyse von, *Knight* u. *House*. **R. 168**, 89

—, Beziehung zwischen der Kapazität der Doppelschicht an einer Elektrode und der Adsorption von, *Parsons*. **R. 168**, 78

—, Einfluß von — auf die Stabilität hydrophober Sole und Dispersionen, *Lange*. **O. 169**, 124

—, Einfluß von — auf die Stabilität positiver AgJ-Sole, *Ottewill* u. *Watanabe*. **O. 170**, 38

Grenzflächenaktive Substanzen, Einfluß von — auf die UV-Absorptionsspektren von Membranen, *Inoue* u. *Kanazi*. **R. 170**, 75

—, elektrophoretisches Verhalten von AgJ-Solen bei Gegenwart von, *Ottewill* u. *Watanabe*. **R. 170**, 132

—, oberflächenchemische Eigenschaften in wäßrigen Lösungen von nichtionogenen, *Shinoda, Yamanaka* u. *Kinoshita*. **R. 168**, 80

—, Solubilisierung von langkettigen Alkylverbindungen durch nicht-ionogene — und Trübungsbildung in solchen Systemen, *Nakagawa* u. *Tori*. **O. 168**, 132

—, s. a. Detergention

Grenzflächenenergie, Theorie der — im System Festkörper/Flüssigkeit/Dampf, *Johnson* jr. **R. 170**, 70

Grenzflächenspannung, — von Gallsäurelösungen, Falck. **R. 168**, 170

Grenzflächenverhalten, über das — pulverförmiger Festkörper in Flüssigkeiten, *Bischoff*. **O. 168**, 8

GRS-Kautschuk s. Kautschuk

Gummi, s. Kautschuk

Guttapercha, Umwandlung von — in ein kautschukartiges Polymer, *Cunneen* u. *Watson*. **R. 169**, 192

Haftfähigkeit, — trockener feinkörniger Stoffe, *Batel*. **R. 168**, 67

Halbleiter, Einführung in die Physik der, *Müser*. **B. 170**, 150

Hämocyanin, Bindung von Kupfer durch, *Thomson, Hines* u. *Mason*. **R. 168**, 180

Hämoglobin, Mikrobestimmung von Eisen in, *Fischl*. **R. 168**, 185

—, Struktur des. 2. Eigenschaften von rückgebildeten Protohämoglobin und Protoporphyringlobin, *Rossi-Fanelli, Antonini* u. *Caputo*. **R. 170**, 83

— vom Huhn, Kern-—, *d'Amelio* u. *Salvo*. **R. 170**, 155

— vom Menschen, Trennung der verschiedenen Arten des, *Prins*. **R. 170**, 88

— vom Rind, elektrophoretische Eigenschaften der Globine der Arten A und B, *Grimes* u. *Duncan*. **R. 170**, 154

Haptoglobin, quantitative Bestimmung von, *Hommes*. **R. 168**, 185

Harnkolloide, serumidentischer Anteil der — und Bedeutung bei der Harnsteinbildung, *Keutel, Hermann* u. *Licht*. **R. 168**, 171

Harze, Analyse von, *Kline*. **B. 169**, 181

Hevea-Kautschuk, s. Kautschuk

Hochpolymere, s. Polymere

Holzfasern, Präparation von — zu Meßzwecken, *Meyer-Uhlenried*. **R. 170**, 160

Humus, — und Humusdüngung, *Scheffer* u. *Ulrich*. **B. 169**, 187

2-Hydroxy-Indol-3-Essigsäure, ein pflanzliches Indolderivat, *Klämbt*. **R. 170**, 152

Immunoglobulin, Begriff, *Heremans*. **R. 168**, 171

Immunopathologie, (Symposium), *Grabar* u. *Miescher*. **B. 168**, 65

Influenza-Virus, Veränderung der Hämagglutinationsfähigkeit von — durch UV-Bestrahlung, *Tischer*. **R. 170**, 74

Insulin, Bestimmung des —-Effektes mittels der Ratten-Diaphragma-Methode, *Pozza* u. *Eridani*. **R. 170**, 88

—, Chromatographie mit *Celite*-Sulfonsäure-Ionenaustauscherharzen, *Boardman*. **R. 168**, 185

Invertase aus Hefe, Inhibierung von — durch Silberionen und Aufhebung derselben durch Nucleinsäuren, *Myrbäck*. **R. 168**, 172

Ionenaustauscherharze, Diffusion von Ionen durch Membran aus — bei gleichzeitigem Stromdurchfluß, *Meares* u. *Ussing*. **R. 168**, 70

—, elektrostatische Wechselwirkung zwischen gegensinnig geladenen Teilchen von, *Grubhofer*. **R. 168**, 95

—, Entfernung von Carbonat aus cyanidischen Bädern mit, *Ködler* u. *Elser*. **R. 170**, 88

—, Ionenfluß durch eine Membran aus Kat-—, *Meares* u. *Ussing*. **R. 168**, 186

—, Leitfähigkeit und elektroosmotische Permeabilität von, *Makay* u. *Meares*. **R. 168**, 186

—, Regenerierung vergifteter, *Goren*. **R. 168**, 95

Ionenkristalle, Elektronen- und Ionenprozesse in, *Stasiw*. **B. 168**, 165

Isolierstoffe, die — in der Elektrotechnik, *Oburger*. **B. 169**, 185

Kaolin, elektrische Ladungen von, *Cashen*. **R. 168**, 169

Kaolinit-Mullit-Reaktionsreihe, 1. Übersicht über die wesentlichen Probleme. 2. Metakaolin. 3. Hochtemperaturphase, *Brindley* u. *Nakahira*. **R. 170**, 93, 73, 93

Kapillardruck, Grundlagen des — und des Randwinkels, *Collins* u. *Cooke*, jr. **R. 170**, 70

Katalysatoren, Prüfung mit Hilfe der Gaschromatographie, *Cremer*. **R. 169**, 189

—, Struktureinfluß auf die katalytische Aktivität bei aus Kieselwolframsäure und Silicagel bestehenden, *Delederik* u. *Watermann*. **R. 170**, 153

Katalyse, Adsorption und, *Emmett*. **R. 168**, 174

—, Fortschritte der, *Eley*. **B. 170**, 69

Kautschuk, Abhängigkeit der Dehnung von der Viskoelastizität des — in Bereichen schwacher Dehnung, *Mason*. **R. 170**, 90

—, Analyse von, *Frey*. **B. 169**,187; – *Hummel*. **B. 169**, 185; – *Kline*. **B. 169**, 181

—, Apparatur zur Messung niedriger Ozonkonzentrationen, *van Pul*. **R. 168**, 92

—, Auswirkungen des Dehnungsgrades auf das Cracken von — durch Ozon, *Zuev* u. *Pravednikova*. **R. 168**, 191

—, Auswirkungen des Rußgehaltes auf den Gebrauchswert von, *Barlow* u. *Cretney*. **R. 168**, 187

—, Bedeutung der Mischungsgeschwindigkeit für den Mischvorgang beim, *Priklonskaya*. **R. 168**, 92

—, Bedeutung von freien Radikalen für den Verstärkungsvorgang beim, *Watson* u. *Jervis*. **R. 168**, 94

—, Beeinflussung der dynamischen Eigenschaften von — durch das Ausgangsmolekulargewicht, *Kuvshinskii* u. *Fomicheva*. **R. 170**, 89

—, Bruchvorgang in rußgefülltem, *Andrews* u. *Walsh*. **R. 168**, 90

—, dynamische Eigenschaften von Vulkanisaten von —-Kautschuk, *Zapp*. **R. 168**, 95

—, Einfluß von chemischer Natur der Füllstoffoberfläche auf die Verstärkungseigenschaften von, *Brooks, Boggs* u. *Ewart*. **R. 170**, 159

—, Einfluß von Diphenylguanidin auf die Vulkanisation des — in Gemischen mit Mercaptobenzthiazol, *Beniska* u. *Rosner*. **R. 170**, 89

—, Einfluß von Vulkanisation auf die dynamischen Eigenschaften von, *Kuvshinskii* u. *Sidorovich*. **R. 170**, 89

Kautschuk, Elastizität des, *Wood*. **R. 168**, 94

—, Friktion und Abrieb von, *Schallamach*. **R. 168**, 92

—, gießfähige, polymerisierbare Mischungen aus abgebautem — und Monomeren, *Elliott* u. *Watson*. **R. 168**, 188

—, Handbuch, 1. Bd., *Boström*. **B. 170**, 66

—, Kerbzähigkeit von, *Kainradl* u. *Händler*. **R. 170**, 89

—, Kinetik der Thiuram-Vulkanisation des — in Gegenwart von hochdisperser Kieselsäure, *Scheele*. **O. 169**, 91

—, Lebensdauer freier Radikale in Natur-—, *Tkáč* u. *Kellö*. **R. 168**, 189

—, Metalloxyde als Vulkanisationsaktivatoren beim synthetischen, *Feldshteĭn, Orlovsky* u. *Dogadkin*. **R. 168**, 188

—, Methoden zur chemischen Analyse von Gummimischungen, *Frey*. **B. 169**, 187

—, Mischverfahren und Dispersion von Aktivrußen in Natur-—, *Westlinning*. **R. 168**, 94

—, oxydativer Abbau von ozonisiertem, *Yakubchik, Kasatkina* u. a. **R. 168**, 190

—, Ozonanlagerung an Doppelbindungen des Butadien-—, *Yakubchik, Kasatkina* u. *Pavlovskaya*. **R. 168**, 190

—, perdeuterierter SN-—, *Semon, Craig* u. a. **R. 168**,,93

—, Pfropfen von Hevea-— mit Polymethylacrylsäuremethylester, *Kobryner* u. *Banderet*. **R. 168**, 92

—, physikalisch-chemische Daten von — in Cyclohexan, *Altgelt* u. *Schulz*. **R. 169**, 192

—, Quellung von vernetztem — in binären Lösungsmittelgemischen, *Bristow*. **R. 168**, 187

—, Quellung von Weichgummi, *Luttropp*. **R. 170**, 159

—, Reaktion zwischen Ozon und, *Tucker*. **R. 168**, 190

—, Rolle von Butadien-—-Redoxsystemen bei der Vulkanisation mit Schwefel, *Tynyakova, Khrennikova* u. a. **R. 168**, 93

—, schnell wachsende Risse in, *Mason*. **R. 168**, 188

—, Schutz von — gegen Alterung durch atmosphärisches Ozon, *Biggs*. **R. 168**, 91

—, γ-Strahleneinfluß auf die Druckverformung von, *Morris, James* u. *Cageggi*. **R. 168**, 188

—, Synthese und Struktur von carboxyliertem, *Doglopolsk, Tinyakova* u. a. **R. 168**, 187

—, synthetischer — für selbstabdichtende Brennstofftanks, *Spenadel* u. *Good*. **R. 170**, 90

—, Trennung und Charakterisierung von Propfcopolymeren des Natur-—, *Merret*. **R. 168**, 92

—, Verarbeitbarkeit von synthetischem — im Banbury, *Beach, Comper* u. *Lowery*. **R. 168**, 187

—, Verbesserung der Tieftemperatureigenschaften von, *Cunneen* u. *Shipley*. **R. 170**, 159

—, Verringerung der Kristallisationsgeschwindigkeit durch SO_2-Behandlung, *Cunneen* u. *Watson*. **R. 169**, 192

—, Vulkanisation von Butadien-Styrol-— durch γ-Strahlen, *Arnold, Kraus* u. *Anderson*. **R. 168**, 90

—, Vulkanisation von Butyl-— mit Phenol-Formaldehyd-Derivaten, *Tawney, Little* u. *Viohl*. **R. 170**, 90

—, Vulkanisation von — durch Schwefel in Anwesenheit von organischen Basen, *Scheele* u. *Redetzky*. **R. 168**, 189

—, Vulkanisation von — durch Schwefel in Anwesenheit von Sulfenamiden, *Scheele, Toussaint* u. *Chai*. **R. 170**, 160

Kautschuk, Vulkanisation von Natur-— und synthetischem — durch Schwefel in Abwesenheit von Beschleunigern, *Echte, Scheele* u. *Sonnenberg*. **R. 170**, 89

—, Zugfestigkeit von GRS-—, *Bueche*. **R. 168**, 91

— s. auch Vulkanisate

Keramische Werkstoffe, ultraverlustarme Dielektrika bei, *Bunag* u. *Koenig*. **R. 170**, 93

Keratin von Wolle, mechanische Eigenschaften und Struktur von, *Feughelman* u. *Haly*. **O. 168**, 107

Kieselsäuren, Silanol- und Wassergehalte in amorphen, hochkondensierten, *Noll, Damm* u. *Fauss*. **O. 169**, 18

Klebestellen, zerstörungsfreie Prüfung von — mittels Resonanzmessungen, *Kanamaru, Ikari* u. a. **O. 170**, 123

Klebstoffe, Kleben von Stahl mit Kunstaharz-—, *Möhler*. **R. 170**, 88

—, Kunststoff-— und ihre Anwendung, *Jordan*. **B. 168**, 166

Koagulation, Mechanismus der — durch einfache Elektrolyte bei peptisierten Solen, *Packter*. **O. 170**, 48

—, Mechanismus der — positiver AgJ-Sole bei Gegenwart von grenzflächenaktiver Substanzen. 1. u. 2., *Ottewill* u. *Watanabe*. **O. 170**, 38; **O. 170**, 132

Kollagen, Bestimmung des —-anteils inWurstwaren mit dem Integrationstisch, *Kotter* u. *Prändl*. **R. 170**, 158

—, Löslichkeit des — in verschiedenen Pufferlösungen, *Buzágh*. **O. 169**, 72

—, Mineralisierung von, *Bachra, Sobel* u. *Stanford*. **R. 168**, 170

—, Mischungsentropie des amorphen — mit Wasser, *Oth*. **O. 168**, 49; **Berichtig. 170**, 160

—, Quellung bei, *Hofmann*. **O. 169**, 58

—, Wärmedenaturierung des — in Lösung, *Burge* u. *Hynes*. **R. 168**, 177

Kolloidchemie, Mannchen u. *Wibranetz*. **B. 169**, 187; —, *Stauff*. **B. 170**, 150; —, *Vavruch*. **B. 170**, 64

—, Entwicklung der — in der Sowjetunion 1942 bis 1952, *Dumanskij* u. *Vascenko*. **B. 169**, 187

—, Grenzen und Aufgaben der, *Stauff*. **O. 168**, 1

—, Grundriß der Kolloidkunde, *Manegold*. **B. 168**, 66; —, **B. 170**, 148

—, Physikalische und, *Kulman*. **B. 169**, 181

Kolloide, kataphoretische Geschwindigkeit von — lyophober Sole bei konstantem Strom, *Bhatnagar* u. *Bhattacharya*. **O. 170**, 29

—, Mechanismus der Sorption von Molekular-— an festen Stoffen. 2. *Skulikidis* u. *Vasilopoulos*. **O. 168**, 150

Kolloidelektrolyte, Micellenbildung in Lösungen von, *Botré, Crescenzi* u. *Mele*. **R. 168**, 80

Kolloides SiO_2, Elektrolytverteilung längs einer semipermeablen Membran bei Gegenwart von, *Patani* u. *Tatani*. **R. 170**, 78

Kolloid-Gesellschaft, Bericht über die 19. Hauptversammlung der, *Erbring*. **O. 169**, 1

Kolloidkunde, s. Kolloidchemie

Kolloid-Tagung, Bericht über die 14. Japanische, *Sata*. **T. 168**, 162

Kontrahierender Strahl, Methode des — zur Bestimmung der Oberflächenalterung an Grenzflächen „Flüssig/Flüssig". 1. *Garner* u. *Mina*. **R. 170**, 75

Korngröße, Abhängigkeit der mechanischen Festigkeit spröder pulverförmiger Körper von der, *Knudsen*. **R. 170**, 93

—, sedimentationsanalytische —-bestimmung im Äquivalentdurchmesserbereich von 0,1 bis 10 0, *Becker-Rechmann* u. *Tillmann*. **O. 169**, 34

Kristalle, Gleichgewichts- und Wachstumsformen von, *Honigman*. **B. 169**, 183

Kristallisation von Brushit und Apatit, Einfluß des Molarverhältnisses auf die, *Elliot, Sharp* u. *Lewis*. **R. 168**, 69

Kristallstrukturen, „Crystal Structures", Ergänzungslieferung IV, *Wyckoff*. **B. 169**, 183

Kunststoffe, Analyse von, *Hummel*. **B. 169**, 185

—, Einführung in ihre Chemie und Technologie, *Schulz*. **B. 168**, 66

—, Erwärmungsvorgänge bei der Verarbeitung härtbarer und thermoplastischer, *Gast*, Frh. *v. Meysenbug* u. *Krischer*. **B. 168**, 166

—, Infraroterwärmung an thermoplastischen, *Krekeler, Peukert* u. *Frerichmann*. **B. 168**, 166

—, Kerbempfindlichkeit thermoplastischer —, Abhängigkeit von Kerbform und Beanspruchungstemperatur, *Krekeler, Peukert* u. *Schwarz*. **B. 168**, 166

—, Kleben von Stahl mit, *Möhler*. **R. 170**, 88

—, Theorie der Gasdurchlässigkeit von Folien aus, Buchner. **R. 170**, 158

—, Verflüssigen thermoplastischer, *Engel*. **R. 170**, 157

Kunststoffklebstoffe, die — und ihre Anwendung, *Jordan*. **B. 170**, 67

Küpenfarbstoffe, Einwirkung von Wasser auf einige Anthrachinon-—, *Drummond* u. *Warwicker*. **R. 168**, 192

Küvetten, Temperatur- und Feuchteregulierung des — -klimas, *Bosian*. **R. 170**, 157

Lacke, Analyse von, *Hummel*. **B. 169**, 185

β-Lactoglobulin, Molekelsymmetrie in Kristallen von, *Green*. **R. 168**, 81

—, physikalisch-chemischer Vergleich der Formen *a* und *b* von, *Tanford* u. *Nozaki*. **R. 170**, 82

—, Wirkung von Carboxypeptidase auf, *Davie, Newman* u. *Wilcox*. **R. 168**, 177

Latices, Oberflächeneigenschaften von frischen und stabilisierten, *Samygin*. **O. 169**, 102

—, Stabilität und elektrokinetische Potentiale von, *Voyutskii* u. *Panich*. **R. 168**, 93

Laurylsulfat, Lichtstreuung von Lösungen von, *Mysels* u. *Princen*. **R. 170**, 79

Legierung von Aluminium und Silber, Ausscheidungen in einer, *Reimer*. **R. 170**, 96

Leuchtstoffe, Adsorptionsuntersuchungen von Silicatsolen an der Oberfläche von, *Hangos, Toperzer* u. a. **O. 170**, 104

Lichtstreuung, Effekt des exkludierten Volumens bei der, *Hyde, Ryan* u. a. **R. 168**, 67

—, Extrapolation von —-daten auf die Konzentration null, *Timasheff* u. *Kronman*. **R. 168**, 168

Liesegang-Ringe, periodische Fällung bei Gegenwart von fettigen Kristall-Kernen, *Noninski*. **R. 170**, 77

—, zur Kenntnis der, *Joos, Enderlein* u. *Schädlich*. **R. 168**, 168

β-Lipovitellin, Wechselwirkung von — mit Polyanionen, *Sugano*. **R. 168**, 180

Literatur, Führer durch die technische, *F. Weidemanns Buchhandlung*. **B. 170**, 69

Lösungen, thermodynamisches Verhalten von Nichtelektrolyt-—, *Maron*. **R. 169**, 188

Magnetische Werkstoffe, System-Nr. 59, Ergänzungsband, *Gmelins* Handbuch der anorganischen Chemie, *Gmelin-Institut*, Frankfurt a. M. **B. 168**, 164

Mahlgut, Feinheit und Gleichmäßigkeit eines, *Kneschke*. **R. 170**, 75

Makromolekel, Kinetik der Spaltung von — durch Ultraschall. 3. *Allen, Burnett* u. a. **R. 168**, 84

—, Spaltung langkettiger — durch Ultraschall, *Mostafa*, **R. 168**, 86

—, Wechselwirkungen zwischen — in Lösungen, *Asakura* u. *Oosawa*. **R. 168**, 66

Makromolekulare Verbindungen, protonenmagnetische Resonanzuntersuchungen bei Gegenwart von, *Balazs, Bothmer-By* u. *Gergely*. **R. 168**, 167

—, Untersuchung von — durch osmotische Messungen, *Hellfritz, Krämer* u. *Schmieder*. **R. 170**, 157

Materie, statistische Theorie der. Band 1. Allgemeine Grundlagen und Anwendungen auf Gase, *Schäfer*. **B. 169**, 187

Medizin, Physik und Elektronik in der physikalischen, *Nightingale*, **B. 168**, 66; **B. 170**, 69

Membranelektroden, Herstellung und Anwendung von Mehrfachschichten-—, *Gregor* u. *Schonhorn*. **R. 170**, 77

Membranen, Einfluß einer Wechselwirkung durch Ladungsübertragung auf die Anionenaustauschereigenschaften von Harzen und, *Slough*. **R. 168**, 78

—, Elektrolytverteilung längs semipermeabler, *Patani* u. *Tatani*. **R. 170**, 78

—, Gasadsorption an gesinterten porösen, *Lindström* u. *Mårtensson*. **O. 169**, 28

—, Reaktionen in wäßriger Lösung unter Bildung der Grenzflächen-— mittels der Schlieren-Methode, *Inoue Osugi*, u. a. **R. 170**, 75

—, UV-Absorptionsspektren von Grenzflächen-—, *Inoue* u. *Kanazi*. **R. 170**, 75

Mercaptalbumin vom Rind, Veränderung der optischen Drehung von — bei der Dimerisation durch Hg-Verbindungen, *Kay* u. *Marsh*. **R. 170**, 82

Mercerisation und Mercerisiermittel, *Rösch*. **R. 170**, 92

Metallchelat-Verbindungen, Chemie der, *Martell* u. *Calvin*. **B. 169**, 184

Metalle, Potentialverteilung an der Oberfläche alkaliverkleideter, *Yamamoto* u. *Gotô*. **R. 170**, 153

Metallklebverbindungen, Bestimmung der Spannungszustände in der Klebschicht überlappter, *Matting* u. *Hahn*. **R. 170**, 96

Metallorganische Verbindungen, Chemie der, *Rochow, Hurd* u. *Lewis*. **B. 169**, 183

Micellbildungswärme von Kaliumoctanoat in wäßrigen Lösungen, *White* u. *Benson*. **R. 168**, 80

Micellen, 2. Einfluß des Gegenions auf die kritische Konzentration der Micellenbildung bei Kationenseifen. 3. Einfluß von Salzzusätzen auf die Leitfähigkeitskurven von — ionogener-grenzflächenaktiver Substanzen. 4. Einfluß der Größe des Gegenions auf die kritische Konzentration der —-Bildung, *Meguro* u. *Kondo*. **R. 170**, 80

Mikrogele, — als idealisierte Molekelmodelle für Polymere, *Shashoua* u. *Beaman*. **R. 168**, 86

Mikroskopie, einfache Durchströmungskammer für die, *Stadelmann*. **R. 170**, 158

—, Größenverteilung von Kugelschnitten in durchsichtigen Schnitten endlicher Dicke, *Bach*. **R. 170**, 157

—, optische Bestimmungen anorganischer Substanzen durch, *Kordes*. **B. 169**, 187

—, Verwendungsmöglichkeiten von Coelestinblau in der, *Roeser*. **R. 170**, 157

—, Wesen und Anwendung der Beugungs-—, *Hosemann* **R. 168**, 183

Mikrowellen-Meßtechnik, Tischer. **B. 168**, 166

Mineralogie, spezielle, *Brauns* u. *Chudoba*. **B. 170**, 149

Mischreibung, Einfluß der Metallplastizität auf die Kinetik der, *Knappwost* u. *Burkhard*. **R. 170**, 96

Mitotische Figur, elektronenmikroskopische Untersuchung der — I–II, *Satô*. **R. 170**, 152

Mixtura mirabilis. **B. 168**, 167

Molekel, Selbstverdoppelung langkettiger, *Temperley*. **R. 168**, 67

Molekularassoziation, Solubilisierungsproblem und — zwischen Alkohol und Fettsäure, *Dervichian*. **O. 169**, 107

Monomolekulare Schichten, Beziehung der Benetzung zu Molekelgröße und -form, *Bartell* u. *Ruch*. **R. 170**, 76

Mucopolysaccharide, quantitative Bestimmung von, *Kahán*. **R. 168**, 185

Myelin-Figuren, Struktur von — aus elektronenmikroskopischer Betrachtung, *Stoeckenius, Schulman* u. *Prince*. **O. 169**, 170

Myoglobin, Modell des Moleküls von, *Kendrew*. **R. 168**, 179

Myosin, aktive Zentren von, *Bárány* u. *Bárány*. **R. 170**, 81

Nachruf E. Jenckel †, *Ueberreiter*. **Nachr. 168**, 97

Natriumdodecylsulfat, Desorption von auf wäßrigem Substrat gespreitetem, *Rosano* u. *Karg*. **R. 170**, 77

—, Einfluß von Laurylalkohol auf die Lichtstreuung von, *Princen* u. *Mysels*. **R. 170**, 80

Natriumdodecylsulfat/Wasser/Capronsäure, das System, *Boffey, Collison* u. *Lawrence*. **R. 168**, 79

Natriumdodecylsulfat/Wasser/κ-Octylamin, das System, *Collison* u. *Lawrence*. **R. 168**, 80

Naturkautschuk, s. Kautschuk

Nebenschilddrüsenextrakt, Strahlenschutz durch, *Rixon, Whitfield* u. *Youdale*. **R. 168**, 173

Niederschlag von Bleisulfat, Bildung und Verhalten des, *Kolthoff* u. *van't Riet*. **R. 168**, 69

Nucleinsäuren, Chromatographie der — von Bakterien, *Taussig* u. *Creaser*. **R. 168**, 180

—, Verlauf der Quellung bei, *Hofmann*. **O. 169**, 58

Nucleohistone, Molekelstruktur von — und Chromosomen, *Wilkins* u. *Zubay*. **R. 168**, 173

Nucleoproteine, Untersuchung der Gele von — mittels Röntgenstrahlen-Kleinwinkelstreuung, *Luzzati* u. *Nicolaieff*. **R. 168**, 81

Nylon, Kinetik der Säurehydrolyse cyclischer Oligomere aus, *Heikens, Hermans* u. *Veldhoven*. **R. 168**, 84

Nylon 66, Bildung von negativ doppelbrechenden Sphärolithen, *Khoury*. **R. 168**, 85

Oberflächen, Bestimmung der Alterung von — mittels der Methode des kontrahierenden Strahls, *Garner* u. *Mina*. **R. 170**, 75

Oberflächen, Einfluß von Kettenlänge und Struktur organischer Verbindungen in Wasser auf die Alterung der — an der Grenzfläche „Flüssig/Flüssig", *Garner* u. *Mina*. **R. 170**, 75

—, mechanischer und elektrischer Kontakt zwischen rauhen, *Gruber*. **R. 170**, 75

—, Wärmeübergangskoeffizienten zwischen strömenden Flüssigkeiten, Gasen und normalen, *Vickers*. **R. 169**, 188

Oberflächenaktivität, — fluorierter organischer Verbindungen. 1., *Jarvis* u. *Zisman*. **R. 168**, 78

Oberflächenspannung, — und Dichte ternärer Systeme an ihrem normalen Siedepunkt, *Crawford* u. *van Winkle*. **R. 168**, 67

—, zur Frage der — in den Antiphasengrenzen geordneter Legierungen vom $AuCu_3$-Typ, *Bunge*. **R. 170**, 95

Oberflächenuntersuchungen, wasserlösliches Abdruckmittel für, *Pohlmann* u. *Volk*. **R. 168**, 184

Optik, moderne geometrische, *Herzberger*. **B. 168**, 66

Organische Verbindungen, Beziehung zwischen Länge der Seitenkette und dem R_M-Wert von, *Franc* u. *Jokl*. **R. 168**, 168

Osmometer, modifiziertes — vom Typus *Zimm-Myerson*, *Riesel* u. *Berger*. **R. 168**, 184

Osmose, Anwendung zur Untersuchung makromolekularer Substanzen, *Hellfritz*, *Krämer* u. *Schmieder*. **R. 170**, 157

Ovalbumin, Untersuchung des strukturellen Abbaus von γ-bestrahltem, *Fricke*, *Landmann* u. a. **R. 170**, 81

Oxydschicht, Bildung einer — auf Molybdän, *Booss*. **R. 170**, 95

Oxytocin, verbesserte Synthese des, *Bodanszky* u. *du Vigneaud*. **R. 168**, 84

Papierchromatographie, Auswertung von Diagrammen mit Hilfe von Impedanzänderungen, *Hejtmánek* u. *Hejtmánková*. **R. 168**, 183

—, automatisch registrierendes Densitometer bei der *Johnstone* u. *Briner*. **R. 170**, 85

—, Trennung von Phenazinderivaten durch, *Birkofer* u. *Leithäuser-Wietecki*. **R. 170**, 158

Peptide, Trennung von — durch zweidimensionale Chromatographie und Elektrophorese, *Katz*, *Dreyer* u. *Anfinsen*. **R. 170**, 87

Peptisation, Mechanismus der — von Solen und Suspensionen, *Packter*. **O. 170**, 52

Perlon, elektronenmikroskopische Darstellung der großen Längsperiode bei — und ihre Beziehung zur Kollagenstruktur, *Hess*, *Gütter* u. *Mahl*. **O. 168**, 37

—, Ursache der Verformung von fixiertem —-monofil, *Wegener*. **R. 170**, 92

Pfropfcopolymere, bestimmte Molekelkonfiguration bei, *Merrett*. **R. 168**, 92

—, Bildung bei der Polymerisation von Vinylacetat in Gegenwart von Polyvinylalkoholen, *Hartley*. **R. 168**, 72

—, Synthese von, *Smets*, *Poot* u. a. **R. 168**, 74

—, Viskositäts- und Lichtstreuungsmessungen von, *Manson* u. *Cragg*. **R. 168**, 85

— aus Naturkautschuklatex, durch Strahleneinwirkung gewonnene, *Cooper*, *Vaughan* u. a. **R. 168**, 91

— aus Polycaprolactam auf Vinylcopolymeren, *Chapman* u. *Valentine*. **R. 168**, 71

— aus Poly-α-olefin-hydroperoxyden, *Natta*, *Beati* u. *Severini*. **R. 168**, 73

Pfropfcopolymere mit anhängenden Mercaptangruppen, *Gluckman*, *Kampf* u. a. **R. 168**, 181

Pfropf-Copolymerisation, — mittels der Vorausbestrahlungstechnik, *Ballantine*, *Glines* u. a. **R. 168**, 70

Phasengleichgewichte, Abschreckungsmethoden bei Untersuchung von, *Friedman*. **R. 168**, 88

Phasengrenzpotentiale, — Mineral/Lösung bei der Flotation, *Dobiáš*, *Spurný* u. *Freudlová*. **R. 170**, 78

Phenol-Furfural-Harze, schnelles Aushärten von, *Brown* u. *Watson*. **R. 168**, 89

p_H-*Messung*, Leitfaden für die praktische, *Nebe*. **B. 170**, 150

Phosphatase, Schnellnachweis der alkalischen, *Nüske*. **R. 170**, 158

Phosphate, elektrische Leitfähigkeit wäßriger Lösungen kondensierter, *Chatterji* u. *Bhargava*. **O. 170**, 116

Phosphatidyläthanolamine, Beziehung zwischen kolloidem Zustand und der die Klumpung fördernden Aktivität von, *Wallach*, *Maurice* u. a. **R. 170**, 74

Photometer, automatisch registrierendes, *Hal'ama*. **R. 170**, 85

Physik, Einführung in die Halbleiter-—, *Müser*. **B. 170**, 150

—, Handbuch der Chemie und, *Hodgman*, *Weast* u. *Selby*. **B. 168**, 163

—, — des experimentellen Arbeitens, *Braddick*. **R. 170**, 68

—, Plasma-—, *Linhart*. **B. 170**, 150

Pigmente, Messung optischer Eigenschaften von Weiß-—, *Lund* u. *Vial*. **R. 170**, 86

—, Mikro-Rheologie der Dispersion von — durch Kugelmahlung" in nichtwäßrigen Medien, *Dintenfass*. **O. 170**, 1

Plasmoptyse, *Küster*. **B. 168**, 165

Plasmorrhyse, *Pfeiffer*. **B. 168**, 165

Plasmoschisen, *Pfeiffer*. **B. 168**, 165

Plastische Massen, Analyse von, *Kline*. **B. 169**, 181

—, Fließverhalten dispers-— im Walzspalt, *Kleinlein*. **R. 168**, 96

Plättchen, Farben dünner, *Rösch*. **R. 168**, 167

Polarographie, Arbeitsmethoden der, *v. Stackelberg*. **B. 170**, 150

Polierrot, elektronenmikroskopische Untersuchungen an, *Rebentisch* u. *Dinkelacker*. **R. 170**, 94

Poliomyelitis-Virus, Sedimentations-Messungen mit formalinaktiviertem, *Drees*. **R. 170**, 154

Polyacrolein, Autoxydation von Lösungen von, *Schulz*, *Löflund* u. *Kern*. **R. 170**, 85

Polyacrylnitril, Beziehung zwischen Molekulargewicht und Viskositätszahl bei, *Bamford*, *Jenkins* u. a. **R. 168**, 181

Polyalkylmethacrylate, Bestrahlungspfropfung auf, *Graham*, *Gluckman* u. *Kampf*. **R. 170**, 72

Polyamide, Kristallstrukturen von aus ω-Aminosäuren hergestellten, *Slichter*. **R. 170**, 156

—, aus Diketo-α, ω-Dicarbonsäuren und Diaminen, *Horn*. **R. 169**, 191

Polyanhydride, Synthese neuer aromatischer, *Yoda*. **R. 169**, 191

Polyäthylen, Auseinanderlaufen von Flüssigkeiten auf Filmen von, *Allan*. **R. 168**, 180

—, Bestimmung des Verzweigungsgrades von — aus dem Infrarotspektrum, *Varga*. **R. 170**, 84

—, Beziehung zwischen Viskosität, Partikelgewicht und Langkettenverzweigung in, *Moore*, jr. **R. 170**, 156

Polyäthylen, Beziehung zwischen Viskositätszahl und Molekulargewicht bei, *Chiang*. **R. 170**, 155

—, Darstellung von Hochpolymeren unter Verwendung von Li- und Ti-Katalysatoren, *Kocheshkov, Kargin* u. a. **R. 168**, 73

—, Einfluß der Bedingungen der Vorbestrahlung auf die Kinetik der Pfropfung von, *Chapiro*. **R. 168**, 71

—, Fraktionierung von, *Henry*. **R. 170**, 155

—, Gradientenabhängigkeit der Schmelzviskosität von, *Marker, Early* u. *Aggarwal*. **R. 168**, 182

—, grobe Partikel in Hochdruck-—, *Moore*, jr., u. *Peck*. **R. 170**, 156

—, kontinuierliche Herstellung von — unter Verwendung von *Ziegler*-Mischkatalysatoren, *Sommer, Wagener* u. *Ebner*. **R. 170**, 160

—, Kriechverhalten von — niederer Dichte, *Hoff, Clegg* u. *Sherrard-Smith*. **R. 168**, 186

—, Kristallisationsgeschwindigkeit von Niederdruck-—, *Buckser* u. *Tung*. **R. 168**, 71

—, Kristallisationskinetik und mechanische Eigenschaften von, *Buchdahl, Miller* u. *Newman*. **R. 170**, 155

—, Lichtstreuungsuntersuchungen an Fraktionen von Niederdruck-—, *Tung*. **R. 170**, 157

—, Oxydationsreaktionen bei der Bestrahlung von, *Matsuo* u. *Dole*. **R. 168**, 87

—, Partikelgewichte und -dimensionen von linearem und verzweigtem, *Trementozzi*. **R. 170**, 156

—, Pfropfung von Styrol auf Folien von Hochdruck- und Niederdruck-—, *Hoffmann, Gilliland* u. a. **R. 168**, 72

—, polarisationsoptische Messungen an Sphärolithen von, *Hellwege* u. *Hoff*. **O. 170**, 144

—, Schmelzcharakteristik von Niederdruck- und bestrahltem —, *Marker, Early* u. *Aggarwal*. **R. 168**,182

—, Überstrukturen des, *Belbéoch* u. *Guinier*. **R. 168**, 84

—, Zeitstandfestigkeit und Spannungsrißbildung von Niederdruck-—, *Gaube*. **R. 170**, 158

Polyäthylenoxyde, thermischer Abbau von, *Madorsky* u. *Strus*. **R. 170**, 156

Polyäthylenterephthalat, Einfluß der Kristallisation auf das UR-Spektrum von, *Miyake*. **R. 168**, 182

—, Endgruppenbestimmung bei, *Koepp* u. *Werner*. **R. 170**, 85

—, magnetische Kernresonanz von, *Land, Richards* u.a. **R. 168**, 181

—, Photolyse von, *Osborn*. **R. 168**, 182

—, Schmelzpunkt, *Rybnikár*. **R. 168**, 182

Polyäthylen-d_4-Terephthalat, UR-Spektrum von, *Miyake*. **R. 168**, 182

Polycaprolactam, Pfropfung von — auf eine Hauptkette vom Polymethacrylattypus, *Wichterle* u. *Gregor*. **R. 168**, 75

Poly-6-capronamid, Schmelzpunkt, *Rybnikár*. **R. 168**, 182

Polycytidylsäuren, Infrarotspektren und tautomere Struktur von — in D_2O-Lösung, *Miles*. **R. 170**, 85

Polydisperse Systeme, Molekulargewichtsverteilungen in, *Schumaker*. **R. 169**, 189

Polyelektrolyte, anorganische. 3. Leitfähigkeit wäßriger Lösungen kondensierter Phsophate, *Chatterji* u. *Bhargava*. **O. 170**, 116

—, Bestimmung der Gegenionenassoziation mit, *Martin* u. *van Winkle*. **R. 170**, 79

Polyelektrolyte, Leitfähigkeit von 3 — bei hoher Feldstärke, *Wissbrun* u. *Patterson*, jr. **R. 168**, 87

—, Theorie für die Leitfähigkeit von — bei hoher Feldstärke, *Wissbrun* u. *Patterson*, jr. **R. 168**, 67

Polyinosinsäuren, Infrarotspektren und tautomere Struktur von — in D_2O-Lösung, *Miles*. **R. 170**, 85

Polyisobutylen, Rheologie des. 3. *Leaderman, Smith* u. *Williams*. **R. 170**, 156

Polyisobutylen- und Isobutylen-Mischpolymerisate, Güterbock. **B. 169**, 187

Polykondensationsprodukte von α, ω-Dicarboxyldisulfonen, *Horn*. **R. 168**, 76

Poly-p-lithiumstryol, Darstellung und Hydrolyse von, *Braun*. **R. 169**, 190

Polymere, Abhängigkeit der Haftfestigkeit von den molekularen Eigenschaften der, *Forbes* u. *McLeod*. **R. 168**, 188

—, Additions-— von linearer und sterisch regelmäßiger Struktur: Polymerisation mit gesteuerter Geschwindigkeit, *Gaylord* u. *Mark*. **B. 169**, 182

—, Adsorptionskomplexe von — mit grenzflächenaktiven Substanzen, *Saito*, **O. 168**, 128

—, analytische Chemie von. I. Analyse von Monomeren und polymeren Materialien. (Plastische Massen, Harze, Fasern), *Kline*. **B. 168**, 181

—, Atomstrahlung und, *Charlesby*. **B. 170**, 69

—, Auflösung wasserunlöslicher — in Lösungen von grenzflächenaktiven Substanzen, *Isemura* u. *Imanishi*. **R. 168**, 85

—, Auslösung des oxydativen Abbaus von, *Tinyakova, Dolgoplosk* u. *Reĭkh*. **R. 168**, 189

—, Bestimmung der Verzweigung in polydispersen Systemen aus, *Kilb*. **R. 170**, 72

—, γ-Bestrahlung von — der Aryl- und Alkarylmethacrylate bzw. -acrylate, *Graham*. **R. 168**, 181

—, dielektrisches Verhalten von Hoch-—, *Ishida*. **O. 168**, 29

—, Einfluß von Feuchtigkeitsdurchlässigkeit auf Kristallinität und Orientierung von, *Lasoski*, jr. u. *Cobbs*, jr. **R. 170**, 150

—, Einfluß von Kohle und langkettigen — auf die Eigenschaften von Bindern für Bitumen-Straßendecken, *Karius* u. *Dickinson*. **R. 170**, 93

—, Einführung in die organische Chemie der Hoch-—, *Marvel*. **B. 168**, 167

—, Elektronenspinresonanzspektren von bestrahlten, *Fischer, Hellwege* u. *Johnsen*. **W. K. 170**, 61

—, Gruppenreagens zum Nachweis carboxylhaltiger Hoch-—, *Ulrich*. **R. 170**, 88

—, Kristallisation der Hoch-—, *Jenckel, Wilsing* u. a. **B. 169**, 187

—, Morphologie kristalliner, *Keller*. **R. 170**, 150

—, nephelometrische Bestimmung der —-Verteilung, *Menčik*. **R. 168**, 168

—, Theorie der Diffusion durch Folien von, *Prins* u. *Hermans*. **R. 168**, 77

—, Theorie und Messung der statischen Elektrizität bei, *Shashoua*. **R. 168**, 89

—, UV-induzierte Vernetzung und Pfropfung von festen Hoch-—, *Oster, Oster* u. *Moroson*. **R. 168**, 74

— aus Phenol und Formaldehyd, Synthese von ortho-para-verknüpften, *Burke, Ruetman* u. *Higginbottom* **R. 170**, 71

— von ε-Caprolactam, Dichten von, *Čefelín, Trekoval* u. *Drbálek*. **R. 168**, 181

Polymere von Tetrafluoräthylen, Endgruppen in, *Bro* u. *Sperati*. **R. 168**, 181

— von Urethanen, Einfluß auf die Herstellung von, *Heiss, Combs* u. a. **R. 170**, 72

Polymerisate, Kinetik der Wechselwirkung zwischen Füllstoffen und, *Wagner* u. *Sellers*. **R. 170**, 90

Polymerisation, Bestimmung des Abdruckmechanismus bei Radikal-—, *Schulz, Henrici-Olivé* u. *Olivé*. **R. 168**, 77

—, Bestimmung von freien Radikalen durch Radiolyse von binären Mischungen durch die Methode der, *Chapiro*. **R. 168**, 71

—, Technik der, *Hopff*. **R. 170**, 160

— durch Einkneten von Monomeren in vernetzten Kautschuk, *Ceresa* u. *Watson*. **R. 168**, 187

— von Acrylamid, *Mino, Kaizerman* u. *Rasmussen*. **R. 169**, 189

— von Acrylnitril, — in wäßriger Lösung, *Daiton, Seaman* u. a. **R. 168**, 75

— von Acrylnitril zu Oligomeren, *Zahn* u. *Schäfer*. **R. 169**, 191

— von Alkylidendiacetat, *Hill* u. *Valentine*. **R. 170**, 72

— von Äthylen, Al-$TiCl_4$ als Katalysator der, *Fukui, Kagiya* u. a. **R. 170**, 71

— von Äthylen, Kinetik der katalysierten, *Feilchenfeld* u. *Jeselson*. **R. 168**, 72

— von Äthylen, Kinetik der radikalischen, *Laita* u. *Machanek*. **R. 170**, 72

— von Butadien, strahlungsinduzierte kationische, *Anderson*. **R. 168**, 70

— von ε-Caprolactam, Amid-Austausch bei der, *Ogata*. **R. 170**, 72

— von ε-Caprolactam, Gleichgewichts-—, *Tobolsky* u. *Eisenberg*. **R. 168**, 74

— von ε-Caprolactam, Mechanismus und Kinetik der, *Wiloth*. **R. 168**, 77

— von Diallylphthalat, *Spurr, Hanking* u. *Rowen*. **R. 168**, 183

— von Isobuten, die radioaktiv induzierte, *Collinson, Dainton* u. *Gillis*. **R. 168**, 72

— von Methylmethacrylat, Kinetik der, *Bengough* u. *Melville*. **R. 168**, 70

— von Methylmethacrylat, radiochemische, *Fiquet-Fayard*. **R. 168**, 170

— von Natriumvinylsulfonat, Copolymerisation und, *Kern, Kalé* u. *Scherhag*. **R. 169**, 189

— von Olefinen, Einfluß organometallischer Verbindungen auf die, *Furukawa* u. *Tsuruta*. **R. 170**, 151

— von Olefinen, Katalysatoren für die, *Furukawa, Tsuruta* u. a. **R. 168**, 75

— von Olefinen, Metall/Metallhalogenidkatalysatoren zur, *Fukui, Kagya* u. a. **R. 170**, 71

— von α-Olefin, kinetische Untersuchungen über die *Natta*. **R. 168**, 73

— von Phosphornitrildichlorid, *Konecny* u. *Douglas*. **R. 170**, 150

— von Propylenoxyd, Katalyse der, *Furukawa, Tsurata* u. a. **R. 170**, 71

— von Styrol, feste Katalysatoren für die, *Allen* u. *Harrod*. **R. 169**, 188

— von Styrol, Initiatoren bei der radiaklischen, *Bevington, Toloe* u. *Trossarelle*. **R. 169**, 188

— von Styrol, thermische von, *Patat* u. *Kirchner*. **R. 168**, 74

Polymerisation von Triallylcyanuratpolyesterharzen, *German, Clampitt* u. *Galli*. **R. 170**, 71

— von Vinylacetat, Beeinflussung der — durch verschiedene Substanzen, *Matsumoto, Ukida* u. a. **R. 170**, 72

— von Vinylbenzoat, *Morrison, Gleason* u. *Stannett*. **R. 170**, 151; — *Vrancken* u. *Smets*. **R. 168**, 77

— von Vinylbenzoat, Kinetik der, *Banerjee* u. *Muthana* **R. 170**, 71

— von Vinylthiophenderivaten, Monomereneinfluß auf die, *Andreeva* u. *Koton*. **R. 168**, 70

— von N-Vinylurethan, Kinetik der, *Ghosez* u. *Smets*. **R. 170**, 71

— von Vinylverbindungen. 1. *Ayrey* u. *Moore*. **R. 170**, 151; — 2. *Allen, Ayrey* u. *Moore*. **R. 170**, 151

— von Vinylverbindungen, — mit Aldehyd- bzw. Aminogruppen, *Ringsdorf* u. *Greber*. **R. 168**, 76

Polymerisationsinitiatoren, Waeser. **P. B. 168**, 57

Polymerlatex, Koagulation beim Einfrieren und Wiederauftauen, *Barb* u. *Mickuki*. **R. 169**, 190

Polymethacrylsäuremethylester, Scharen wellenförmiger Bruchlinien bei, *Leeuwerik*. **W. K. 170**, 60

Polymethylmethacrylat, hochaufgelöste Kernresonanzspektren von eutaktischem, *Johnson* u. *Tessmar*. **W. K. 168**, 160

—, thermischer Abbau von, *Bresler, Osminskaja* u. a. **R. 168**, 86

Poly-n-octylmethacrylat, Viskositäts- und Lichtstreuungsuntersuchungen an Lösungen von, *Chinai, Resnick* u. *Lee*. **R. 168**, 87

Polyolefine, Fasern aus — und Struktur von, *Erlich*. **R. 168**, 191

Polypeptide, Strömungsdoppelbrechung von synthetischen, *Bird* u. *Blout*. **R. 168**, 84

Polyphosphate, Verlauf der Quellung bei, *Hofmann*. **O. 169**, 58

Polypropylenoxyd, neue Katalysatoren für Herstellung von, *Osgan* u. *Price*. **R. 168**, 73

—, thermischer Abbau von, *Madorsky* u. *Strus*. **R. 170**, 156

Polystyrol, Adsorption an Kohle, *Frisch, Hellman* u. *Lundberg*. **R. 169**, 189

—, Bildung schwacher Bindungen bei der thermischen Depolymerisation von, *Grassie* u. *Kerr*. **R. 168**, 87

—, Einfluß der chemischen Struktur auf den Erweichungspunkt von substituiertem, *Barb*. **R. 168**, 181

—, Struktur von Ionenaustauschern aus, *Grubhofer*. **R. 169**, 192

—, Verkleben von Aluminium mit carboxylsubstituiertem, *Jenckel* u. *Huhn*. **B. 168**, 166; **B. 170**, 67

Polyterephthalsäure, Folien aus — in der Elektrotechnik, *Gwinner*. **R. 170**, 88

Polytrifluorchloräthylen, Dichteeinfluß auf den dielektrischen Verlustfaktor von, *Michajlov, Sažin* u. *Presnjakova*. **R. 168**, 86

—, viskoelastische Eigenschaften von, *Nagamatsu* u. *Yoshitomi*. **R. 168**, 83

Polyurethan, Schmelzen und Kristallisieren des 1.4-1.6- — nach röntgenographischen Untersuchungen, *Kilian* u. *Jenckel*. **R. 170**, 84

Polyvinylacetat, gemischte molekulare Schichten von, *Ries*, jr., *Ahlbeck* u. *Gabor*. **R. 168**, 83

Polyvinylakohol, selektive Orientierung in einer Ebene in Filmen von, *Mochizuki*. **R. 170**, 84

Polyvinylalkohol, Untersuchung der dielektrischen Eigenschaften von, *Ishida, Takada* u. *Takayanagi*. **O. 168**, 121

Polyvinylamin, Synthese von, *Hart*. **R. 169**, 189

Poly-N-vinylcarbazol, Darstellung, Gießen und dielektrische Eigenschaften von, *Davidge*. **R. 170**, 84

Polyvinylchlorid, Eigenschaftsänderungen von — durch ionisierende Strahlung, *Nachtigall*. **R. 168**, 182

—, neues — für Plastisole, *Wick* u. *Weber*. **R. 170**, 159

—, Prüfung von Folien aus — auf Bruchfestigkeit, *Wormald*. **R. 168**, 184

—, schlagfestes, *Ebersbach* u. *Michl*. **R. 170**, 158

—, schlagzähe Granulate von, *Wick* u. *König*. **R. 170**, 159

—, Wetterbeständigkeit von weichgemachten Massen aus, *Birnthaler* u. *Falk*. **R. 170**, 158

Polyvinylidenchlorid, dielektrische Eigenschaften von, *Ishida, Yamamoto* u. *Takayanagi*. **O. 168**, 124

Polyvinyl-methyläther-Elastomere bei Einwirkung ionisierender Strahlung, *Duffey*. **R. 168**, 91

Polyvinylsulfonsäure, Verhalten wäßriger Lösungen von *Eisenberg* u. *Mohan*. **R. 168**, 87

Poren, Prüfung von — mittels Photogrammen, *Lamprecht*. **R. 170**, 85

Porenstruktur, 5. Adsorption von Gasen an Aktivkohle. 6. Adsorption von n-Monocarboxyl-Säuren an Aktivkohle, *Turuizumi*. **R. 170**, 76

Porosität, Abhängigkeit der mechanischen Festigkeit von der, *Knudsen*. **R. 170**, 93

Porzellan, Einfluß innerer Spannungen auf Gefüge und mechanische Festigkeit von, *Weyl*. **R. 170**, 95

ζ-Potential, Verfolgung des — mittels der Funktion $F\zeta$. *Spurný* u. *Dobiás*. **R. 170**, 79

Potentialverteilung, — an der Oberfläche alkali-verkleideter Metalle, *Yamamoto* u. *Gotô*. **R. 170**, 153

Protamine, Aminosäurenzusammensetzung von Clupein und Salmin, *Ando, Ishii* u. *Sato*. **R. 168**, 177

Proteine, Affinität zu Häm, *Kajito, Uchimura* u. a., **R. 168**, 179

—, Beschaffenheit der Oberflächenfilme von, *Přistoupil*. **R. 168**, 81

—, Bestimmung von — mit Cu(II) und Phenolreagens, *Rieder*. **R. 168**, 185

—, Diffusion durch keilförmiges Agar-Agar-Gel, *Wunderly*. **R. 168**, 83

—, Dynamik des Eiweißes, *Gesellschaft für physiologische Chemie*. **B. 169**, 187

—, Einfluß des Transportmediums auf die Fraktionierung von — durch Zonenelektrophorese, *Miller* u. *Bernfeld*. **R. 170**, 86

—, Eluierung aus Stärkegel, *Jarrige* u. *Lafoscade*. **R. 168**, 183

—, Faser-, s. Faser-Proteine

—, identische und analoge Tripeptid-Strukturen in, *Šorm*. **R. 168**, 180

—, intramolekulare Resonanzübertragung der Energie in, *Stryer*. **R. 170**, 83

—, Messung der Diffusionskonstanten in verdünnten Lösungen von, *Mohring*. **R. 170**, 155

—, Nucleo-, s. Nucleoproteine

—, Oxydation von Disulfidgruppen in, *Maclaren, Leach* u. *O'Donnell*. **R. 170**, 83

—, Polarographie von — bei Gegenwart von Äthylendiamintetraessigsäure, *Chmelař* u. *Nossek*. **R. 168**, 177

—, quantitative Bestimmung von, *Scheurlen*. **R. 170**, 89

Proteine, Reinigung von — durch Elektrophorese in Stärkegel, *de Paillerets, Moretti* u. *Jayle*. **R. 168**, 183

—, Resorption von — in den Därmen, *Schlüssel*. **R. 168**, 186

—, Spaltung der Bindung mit Häm durch Methyläthylketon, *Teale*. **R. 170**, 84

—, Synthese von, *Schultze*. **R. 168**, 82

—, Zusammenhang zwischen Gehalt der aufgenommenen Nahrung an — und Plasmaaminosäuren, *Longenecker* u. *Hause*. **R. 168**, 172

— der Wolle, Alkalieinfluß auf die Extrahierbarkeit der, *Swan*. **R. 168**, 180

— des Serums, Bestimmung der — auf Celluloseacetat-Streifen, *Albert-Recht*. **R. 168**, 184

— des Serums, Chromatographie von — an Cellulose-Ionenaustauschersäulen, *Cooke, Tombs* u. a. **R. 170**, 154

— des Serums von Geflügel, Beweis für Aminosäuren-„Anlagen" in, *Block, Keller* u. *Miller*. **R. 168**, 170

Proteinkomplexe, Isolierung von Oxytocin und Arginin-Vasopressin über, *Light, Studer* u. *du Vigneaud*, **R. 168**, 172

Prothrombin, Gewinnung und Eigenschaften von, *Goldstein, Le Bolloch* u. a. **R. 170**, 154

Protoplasma, Kolloidchemie des — und zum Problem der Permeabilität, *Booij*. **O. 169**, 149

—, Strömen des, *Kamiya*. **B. 168**, 166

—, Viskosität des, *Heilbrunn*. **B. 168**, 64

Prüfungen, Methode der aufeinanderfolgenden, *Rush*. **R. 168**, 185

Pulver, kolloidkundliche Probleme bei der Sedimentationsanalyse von, *v. Eichborn*. **O. 169**, 41

Pulverdichte, Rolle der — bei keramischen Pressungen, *Berry, Allen* u. *Hassett*. **R. 170**, 92

Quaternäre Ammoniumsalze, elektrochemischer Abbau von, *Finkelstein, Petersen* u. *Ross*. **R. 168**, 75

Randwinkel, Grundlagen des — und des Kapillardruckes, *Collins* u. *Cooke*, jr. **R. 170**, 70

Regler, Einführung in die Theorie der selbsttätigen, *Schuler*. **B. 169**, 186

Reinigung, Beobachtungen über den Mechanismus der, *Harker*. **R. 186**, 192; — *Stevenson*. **R. 168**, 192.

Rekristallisation, derzeitiger Stand der Forschung über, *Borchers, Jordan* u. *Schwarzwälder*. **R. 170**, 73

Rheologie, Einführung in die, *Persoz*. **B. 170**, 150

Ribonuclease, Chromatographie von, *Taborsky*. **R. 168**, 180

—, Struktur von kristalliner, *Dawson* u. *Watson*. **R. 168**, 80

Ribonucleinsäure, Abtrennung aus der „löslichen" Fraktion der Rattenleber durch Gegenstromverteilung, *Holley, Doctor* u. a. **R. 170**, 82

—, Gewinnung und physikalische Eigenschaften von — aus Mikrosomen, *Hall* u. *Doty*. **R. 168**, 178

—, vergleichende Untersuchungen an hochmolekularer, *Gierer*. **R. 170**, 81

—, Zonenelektrophorese an löslicher — aus Rattenleber-Cytoplasma, *Bloemendal* u. *Bosch*. **R. 170**, 81

Rost, magnetische Theorie des — von *Ackermann, Yamaguchi*. **W. K. 168**, 56

Säulenextraktion, Verbesserung der Wirksamkeit der, *Goldberger* u. *Benenati*. **R. 168**, 88

Schaum, elektrostatischer und *van der Waals*scher zusätzlicher Druck in wäßrigen Filmen von, *Scheludko* u. *Exerowa*. **O. 168**, 24

Schaumstoffe, Katalysatoreinfluß auf die Eigenschaften von — auf Urethanbasis, *Alzner* u. *Frisch*. **R. 168**, 186

—, Schweißbarkeit weicher, *Krekeler, Peukert* u. *Zöhren*. **B. 168**, 167

—, Verwendung als Isolierstoffe in der Elektrotechnik, *Stastny*. **R. 170**, 89

Schichten, Struktur dünner galvanischer, *Raub, Mietka* u. *Beeskow*. **R. 170**, 96

Schutzkolloide, Einfluß von — auf die Stabilität hydrophober Sole und Dispersionen, *Lange*. **O. 169**, 124

Schwefel, rhythmische Ablagerung von — in Vogelfedern. *Lüdicke*. **R. 170**, 152

Seeigelhybriden, Biochemie von, *Baltzer, Oken* u. *Whiteley*. **R. 170**, 151

Seifen, Gelierung von — mit Kohlenwasserstoffen, *Henning*. **O. 169**, 76

—, Leitfähigkeitsanisotropie in strömenden Lösungen von, *Götz* u. *Heckmann*. **R. 170**, 79

— von Aluminium, Assoziation von Tri-— in Benzol, *Rudakoff*. **W. K. 170**, 62

Serum vom Menschen, Analyse der Phosphatide des — durch Papierchromatographie, *Marinetti, Albrecht* u. a. **R. 170**, 87

Serumalbumin vom Menschen, Beeinflussung der Wärmedenaturierung von — durch NaCl, *Munk* u. *Frič*. **R. 168**, 82

—, vom Menschen, biologisches Verhalten von normalem undenaturiertem, *Freeman*. **R. 170**, 74

— vom Menschen, p_H-Abhängigkeit des Brechungsinkrementes von, *Kratochvíl* u. *Sedláček*. **R. 168**, 179

— vom Menschen, Wärmedenaturierung des — in NaCl-Lösungen, *Munk, Sedláček* u. a. **R. 168**, 81

— vom Menschen, Wechselwirkung mit Chymotrypsin, *Sedláček*. **R. 168**, 82

— vom Pferd, Fettsäuren-Einfluß auf Trypsinspaltung des, *Kondo*. **R. 168**, 179

—, vom Pferd, Wechselwirkung zwischen — und Na-Dodecylsulfat, *Aoki*, **R. 170**, 80

Silberarsenite, Niederschlag von — als p_H-Funktion, *Saxena* u. *Bhatnagar*. **R. 168**, 169.

Silicagel, Katalysator aus Kieselwolframsäure und, *Delderik* u. *Waterman*. **R. 170**, 153

Silicate, Adsorption von Solen von — an der Oberfläche von Leuchtstoffen, *Hangos, Toperzer* u. a. **O. 170**, 104

—, Hydratation von 3 $CaO \cdot SiO_2$ und β—2 $CaO \cdot SiO_2$ *Schwiete, Knoblauch* u. *Ziegler*. **B. 169**, 187

—, Verlauf der Quellung bei, *Hofmann*. **O. 169**, 58

Silicium, System-Nr. 15/Teil B, *Gmelins* Handbuch der anorganischen Chemie, *Gmelin-Institut*, Frankfurt am Main. **B. 170**, 69

Siliciumdioxyd, Netzwerkfehler in kristallinem und glasigem, *Stevels*. **R. 170**, 70

Siliciummonoxyd, zur Frage des amorphen, *Brady*. **R. 168**, 169

Siliconharze, Verwendung von — als hitzebeständige Bindemittel, *Krauß*. **R. 170**, 88

Sintervorgänge, Verfolgung an Mischungen nach der Wechselfeldmethode, *Fraunberger* u. *Külb*. **R. 170**, 96

Sinterwerkstoffe, Herstellung von — aus Nickelaluminid, *Fitzer* u. *Gerasimoff*. **R. 170**, 96

SN-Kautschuk s. Kautschuk

Sole, Einfluß, von grenzflächenaktiven Stoffen und Schutzkolloiden auf die Stabilität hydrophober, *Lange*. **O. 169**, 124

—, kataphoretische Geschwindigkeit der lyophoben — bei konstantem Strom, *Bhatnagar* u. *Bhattacharya*. **O. 170**, 29

—, Koagulation peptisierter — durch einfache Elektrolyte, *Packter*. **O. 170**, 48

— von Aluminiumhydroxyd, Koagulation positiver, *Krleža*. **O. 169**, 131

— von Chromwolframat, Änderungen in Extinktion, p_H-Wert und elektrischer Leitfähigkeit von — während der Koagulation bei verschiedenen Stufen der Dialyse, *Jain* u. *Banerji*. **R. 170**, 77

— von Gold, Einfluß von Ultraschallwellen auf Hydro—, *Prakash* u. *Ghosh*. **R. 170**, 78

— von Kieselsäure, — als Lösungen zweidimensionaler Hochpolymere, *Pfleger* u. *Kautsky*. **O. 169**, 187

— von Silberhalogeniden, Koagulation von — durch Thoriumnitrat bei Gegenwart von Kaliumnitrat und Kaliumsulfat, *Schulz* u. *Matijević*. **O. 168**, 143

— von Silberjodid, elektrophoretisches Verhalten positiver — bei Gegenwart von grenzflächenaktiven Substanzen, *Ottewill* u. *Watanabe*. **O. 170**, 132

— von Silberjodid, Stabilität positiver — bei Gegenwart von anionenaktiven grenzflächenaktiven Substanzen, *Ottewill* u. *Watanabe*. **O. 170**, 38

— von Silberjodid, Wirkung von alkylsubstituierten Ammoniumchloriden auf negative, *Tamaki*. **O. 170**, 113

— von Silicaten, Adsorption von — an der Oberfläche von Leuchtstoffen, *Hangos, Toperzer* u. a. **O. 170**, 104

— von unlöslichen Metallsalzen, Mechanismus de Peptisation von — durch organische Anionen *Packter*. **O. 170**, 52

Solubilisierung, Molekularassoziation zwischen Alkohol und Fettsäuren und das Problem der, *Dervichian*. **O. 169**, 107

Spaltrisse, Abscheidungen in mikroskopischen, *Pulliam*, **R. 170**, 75

Stagnoskopie, Solé. **B. 169**, 167

Stärke, Chemie und Biologie des —-Korns, *Badenhuizen*. **B. 168**, 64

—, papierchromatographische Trennung von —-Komponenten, *Ulmann* u. *Richter*. **O. 162**, 136

Staube, Untersuchung von — im Phasenkontrast, *Juda* u. *Medenbach*. **R. 168**, 183

Staubtechnik, Gründer. **R. 170**, 78

Steinkohlenteer, physikalische Chemie des, *Swietoslawski* u. *Lenartowski*. **B. 170**, 150

Stoffe, Symposium über visuelle Hilfsmittel zur Normung und Beschreibung des Aussehens der *American Society for Testing Materials*. **B. 170**, 150

Stoffwechsel, — von Prednison bei der Rattenleberperfusion, *Schriefers*. **R. 168**, 173

Stromazellen, Aktivierung von — zur Aufnahme von Neutralrot, *Weimar*. **R. 168**, 173

Strömungsmessungen, Sonden für, *Ramshorn*. **R. 170**, 87

Strontium, System-Nr. 29, Ergänzungsband, *Gmelins* Handbuch der anorganischen Chemie, *Gmelin-Institut*, Frankfurt a. M.. **B. 170**, 149

Strontium-90, Abtrennung aus Lösungen, *Lieser* u. *Hild*. **R. 170**, 151

Styrol, Reaktion mit Triisobutylaluminium, *Natta, Pino* u. a. **R. 168**, 75

Sulfhydrylverbindungen, Nachweise auf, *Cleffmann*. **R. 168**, 185

Suspensionen von Tonerde, Stabilisierung, *Zavorochina* u. *Benkovskij*. **R. 168**, 79

System $Li_2O/SiO_2/TiO_2$. *Kim* u. *Hummel*. **R. 168**, 68

— Na_2SiO_3-$Na_2Si_2O_5$, Aktivitäten und Struktur von Schmelzen im, *Knapp* u. *van Vorst*. **R. 170**, 70

Systematik der Sachverhalte, alphabetische Folge zur, *Gmelin-Institut*, Frankfurt a. M. **B. 170**, 69

Systeme mit Ba-titanat und -niobat, *Subbatao* u. *Shirane*. **R. 168**, 69

— von TiO_2 mit Erdalkalioxyden, *Kwestroo* u. *Paping*. **R. 168**, 68

Szintillationszähler, Zählrohre und, *Fünfer* u. *Neuert*. **B. 168**, 66

Tabakmosaikvirus, Aminosäurenfolge eines Pentadecapeptids aus dem Protein des, *Gish*. **R. 170**, 82

—, Untersuchung des — mit fluoreszierenden Antikörpern, *Schramm* u. *Röttger*. **R. 170**, 74

Taktosole, — von Aluminiumhydroxyd, *Zocher* u. *Török*. **O. 170**, 140

Technologie, chemische. Band 3: Organische Technologie. I. *Winnacker* u. *Küchler*. **B. 169**, 187

Teilchengrößen, Bestimmung von — durch Reflexion von β-Strahlen, *Connor, Hardwick* u. *Laundy*. **R. 170**, 85

Teilchengrößenverteilung, Vergleich der Bestimmungsmethoden, *Ames, Irani* u. *Callis*. **R. 168**, 67

Textil-Hilfsmittel, Chemische Fabrik Theodor Rotta, **B. 168**, 167

Textilien, mikroskopische und chemische Untersuchungen von, *Koch*. **B. 169**, 187

Thermodiffusion, „gepackte" —-Säule, *Lorenz* u. *Emery*. **R. 170**, 87

Thermodynamik, Einführung in die chemische, *Kortüm*. **B. 168**, 167

—, Einführung in die physikalische Theorie der Gleichgewichtsthermostatik und der irreversiblen, *Callen*. **B. 170**, 149

Thermoplaste, Festigkeitsuntersuchungen an Rohren aus, *Krekeler, Peukert* u. *Eilers*. **B. 168**, 167

Thioxanthonderivate, kolloidchemische Eigenschaften von Salzen basisch substituierter, *Scholtan*. **O. 170**, 19

Thoriumoxyd, Verhalten suspendierter Teilchen von — in wäßrigen Elektrolytlösungen, *Douglas* u. *Burden*. **R. 168**, 169

Thymus vulgaris, Flavone von, *Awe, Schaller* u. *Kümmel*. **R. 168**. 170

Thyroxin, Bestimmung des —-spiegels des menschlichen Serums, *Whitehead* u. *Beale*. **R. 168**, 186

Tontrocknung, *Niesper*. **B. 168**, 65

Tropfen, Verdampfung und Wachstum von — in der Gasatmosphäre, *Fuks*. **B. 169**, 183

Tropfengröße, Bestimmung in hohlkegelförmigen Sprühnebeln, *Binark* u. *Ranz*. **R. 168**, 88

—, Bestimmung in Ölnebeln, *Juznyi*. **R. 168**, 79

Ultradünnschnitte, Dickenbestimmung an, *Bachmann* u. *Sitte*. **R. 168**, 183

Ultrarot-Adsorption, Spektren, *Hershenson*. **B. 169**, 186

Ultrazentrifugierung, Anwendung der Interferenzoptik bei der Gleichgewichts-— geladener Systeme, *Johnson, Scatchard* u. *Kraus*. **R. 169**, 188

—, Bestimmung der Molekulargewichtsverteilung bei der Θ-Temperatur, *Cantow*. **R. 169**, 188

Verfahrenstechnik, Fortschritte der, *Miessner* u. *Grigu*. **B. 170**, 67

Viskose, grenzflächenaktive Zusätze bei der Herstellung von, *Alexander* u. *Kross*. **R. 168**, 95

Viskosimeter, selbständig messendes und registrierendes, *Kirchner*. **R. 169**, 191

Viskosität, Einfluß von — auf Spannungsauslösung in Gläsern, *McGraw* u. *Babcock*. **R. 170**, 93

—, Selbstdiffusion und — in Flüssigkeiten, *McLaughlin*. **R. 168**, 172

— von Lösungen, experimentelle Prüfung von Theorien über die, *Philippoff* u. *Gaskins*. **R. 168**, 68

— von Lösungen, (wäßrige $NaClO_4$-Lösungen), *Nightingale*. **R. 168**, 69

Vitalfärbung des Zellsaftes mit basischen Farbstoffen, *Kinzel*. **R. 168**, 171

Vitamin B 6, Strahlenschutzwirkung eines SH-haltigen Derivates von, *Koch*. **R. 170**, 74

Vulkanisate, Einfluß der Beschleunigerrückstände auf die Alterungsfestigkeit von, *Ossefort*. **R. 168**, 189

—, Kinetik der Bildung und Eigenschaften von, *Scheele* u. *Hillmer*. **R. 168**, 93

—, Spannung-Dehnung-Beziehung bei ungefüllten, *Wood*. **R. 168**, 190

—, Strukturen von — und deren Umwandlungen, *Dogadkin*. **R. 168**, 91

—, s. auch Kautschuk

Vulkanisation, Kalt-— von Gummilösungen, *Woods* u. *Roberts*. **R. 168**, 190

—, Reaktion zwischen aktivem Ruß und Schwefel während der, *Blokh* u. *Yaroshevich*. **R. 168**, 90

—, Schnellbestimmung des Beschleunigergehaltes bei, *Mocker* u. *Old*. **R. 170**, 159

— von Spritzmischungen, kontinuierliche, *Rümmelin*. **R. 168**, 189

Waschmittel, elektrokinetisches Verhalten von synthetischen, *Ranný*. **R. 168**, 177

Weichmacher, — für die Kautschukindustrie, *Munderloh*. **R. 170**, 87

Werkstoffprüfung, Schlagversuch in der, *Späth*. **B. 170**, 67

Wolle, Bestimmung von Schwefel in, *Myers*. **R. 168**, 185

—, Oxydation von Disulfidgruppen in, *Maclaren, Leach* u. *O'Donnell*. **R. 170**, 83

—, Zugversuche an Einzelfasern von, *Satlow*. **R. 170**, 91

Xanthonderivate, kolloidchemische Eigenschaften von Salzen basisch substituierter, *Scholtan*. **O. 170**, 19

Z s. auch *C*

Zählrohre und Szintillationszähler, *Fünfer* u. *Neuert*. **B. 168**, 66

Zellen, osmotischer Wert, Saugkraft, Turgor bei, *Blum*. **B. 168**, 165

—, unterschiedliche p_H-Wirkung auf Wachstum und Atmung der, *Wilson, Buetow* u. a. **R. 170**, 153

—, Wasseraustausch von Sproß-— virusinfizierter Gefäßpflanzen, *Follmann*. **R. 170**, 152

Zellwand, Pflanzen-—, *Roelofsen*. **B. 170**, 66

Zentrifugen, Einsatzbecher für — zur Erfassung geringer Sedimentmengen, *Heussner*. **R. 168**, 88

Für die Schriftleitung verantwortlich: Für Originalarbeiten Prof. Dr. F. H. Müller, Marburg/Lahn und für Referate und Berichte Dr. E. Ühlein, Frankfurt/M.
Anzeigenverwaltung: Dr. Karl Niedermeyer, Frankfurt a. M.-West, Georg-Speyer-Straße 76
Verlag von Dr. Dietrich Steinkopff, Darmstadt, Holzhofallee 35
Satz und Druck: Universitätsdruckerei Mainz GmbH

In 2. erweiterter Auflage erschien:

Grundriß der Kolloidkunde

Von Prof. Dr. Erich Manegold, Höxter/Weser

XII, 175 Seiten mit 67 Abbildungen. 1959. Kart. DM 10,—

Aus einer Besprechung der Zeitschrift „Seifen, Öle, Fette, Wachse" vom Januar 1960:

Dieser Grundriß, der jetzt in zweiter erweiterter Auflage erscheint, ist, wie der bekannte Autor erwähnt, in seinem zweibändigen Lehrbuch: Allgemeine und angewandte Kolloidkunde als „tragendes Gerüst" vorhanden. Bei diesem Buch hier handelt es sich um ein typisches „Grundlagenbuch" mit Definitionen und streng logischer Systematik, also um ein Werk, das auch der Praktiker bei allen seinen Diskussionen zitieren wird und das alle, die gerne theoretischen Problemen nachgehen, mit Eifer lesen werden.

Wenn es sich hier auch um ein Buch mit theoretischen Gedankengängen handelt, so ist gerade auch die Kolloidtechnik nur erfolgreich zu bearbeiten, wenn man auch die Theorie beherrscht. Dazu ist dieses Buch eine ausgezeichnete Einführung, zumal es leicht verständlich geschrieben ist und nur ganz wenige mathematische Formulierungen enthält. *Dr. Th. Kunzmann*

VERLAG THEODOR STEINKOPFF, DRESDEN UND LEIPZIG

Elastizität, Plastizität und Struktur der Materie

Von Dr. R. Houwink

Generaldirektor der Rubber-Stichting Delft, Holland

Mit einem Geleitwort von Dr.-Ing., Dr.-Ing. h. c. e. h. *E. Seidl*, ehem. Präsident des Staatlichen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem

3. Auflage 1958. XVI, 378 Seiten mit 238 Abbildungen. Brosch. DM 33,—, Lw. DM 35,—

Kapitelüberschriften:

Elastische und plastische Verformungen – Innere Struktur der Stoffe bezüglich ihres deformationsmechanischen Verhaltens – Bildung eines festen Stoffes aus einer Flüssigkeit und ihre Folgen auf die deformationsmechanischen Eigenschaften – Bedingungen für elastisches und plastisches Verhalten der Stoffe im allgemeinen – Plastizität von Kristallen (von Prof. Dr. W. G. *Burgers*, Delft) – Die praktische Wertbestimmung von Metallen – Amorphe Stoffe (Glas, Harze, Bitumen) – Kautschuk, Guttapercha und Balata – Zellulose und ihre Abkömmlinge; Stärke – Eiweißkörper (Proteine) – Brotteig-Anstriche – Ton – Schwefel

VERLAG THEODOR STEINKOPFF, DRESDEN UND LEIPZIG

15 Aug 1960 FILED IN STACKS

Mitarbeiter-Bedingungen:

Manuskripte von **Originalbeiträgen** und **wissenschaftlichen Kurzberichten** sind zu senden an:
Prof. Dr. F. H. Müller, Marburg/Lahn, Georg-Voigt-Str. 1 oder
Prof. Dr. J. Stauff, Bad Soden (Taunus), Waldstr. 25a.
Berichte, Sammelreferate und **Referate** an:
Dr. E. Ühlein, Frankfurt a. M.-Niederrad, Kandelstr. 4.
Patentberichte an:
Prof. Dr. Dr. J. Reitstötter, München 15, Pettenkoferstr. 21.
Rezensionsexemplare und **sonstige redaktionelle und geschäftliche Mitteilungen** an:
Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt, Holzhofallee 35.

Der Eingang der Manuskripte wird umgehend bestätigt. Ihr Inhalt muß — außer im Fall der Berichte — unveröffentlicht sein. Die Verantwortung für den Inhalt tragen die Autoren selbst.
Eine Honorierung findet nicht statt, außer bei angeforderten Sammelreferaten und Tagungsberichten.
75 Sonderdrucke erhalten die Autoren frei, weitere Exemplare auf ausdrücklichen Wunsch gegen Berechnung.
Die Manuskripte müssen leserlich und einseitig mit Schreibmaschine in deutscher, englischer oder französischer Sprache abgefaßt sein. In Fällen, bei denen zur Vermeidung langer Korrekturfristen (Übersee) die Korrektur von der Redaktion erledigt werden soll, ist zweckmäßigerweise das Manuskript im Doppel einzusenden. Eine kurze Zusammenfassung ist anzufügen. Abbildungen sind mit Legenden zu versehen und als klischierfähige Zeichnungen einzureichen, in denen die Beschriftung mit weichem Bleistift eingetragen ist. Formeln bitte deutlich schreiben, insbesondere griechische Buchstaben und Indices. Die Zahl der Abbildungen und Tabellen ist auf das unbedingt Notwendige zu beschränken.
Nicht diesen Bedingungen entsprechende Manuskripte werden zurückgesandt.
Für Literaturangaben gelten die üblichen Regeln. Literaturverzeichnis ist am Schluß zusammenzufassen.
Wissenschaftliche Kurzberichte (Umfang bis zu 2 Schreibmaschinenseiten) erscheinen im allgemeinen innerhalb eines Monats.
Der Verlag behält sich das ausschließliche Recht der Vervielfältigung und Verbreitung der in dieser Zeitschrift erscheinenden Originalarbeiten während der gesetzlichen Frist vor. Mit der Übergabe des Manuskripts überträgt der Verfasser dem Verlag auch das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen seines Beitrages oder eines Teiles desselben nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen. Diese Genehmigung bezieht sich nur auf die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch. Das Abkommen sieht vor, daß 50% des Reinerlöses zu Gunsten eines Urheberfonds verbucht werden.
Die Kosten für nachträgliche Autorenkorrekturen erreichen häufig ein für den Verlag untragbares Maß. Autorenkorrekturen-Kosten können daher nur bis zu einem Betrag von 10% der gesamten Satzkosten vom Verlag getragen werden. Darüber hinaus entstehende Autorenkorrekturen werden dem Autor in Rechnung gestellt.

Geschäftliche Bedingungen:

Die Kolloid-Zeitschrift erscheint monatlich in 1 Heft zu 96 Druckseiten, 2 Hefte bilden einen Band. Preis des Bandes DM 24,—. Jährlich erscheinen 6 Bände. Die Mitglieder der Kolloid-Gesellschaft erhalten die Kolloid-Zeitschrift zum Vorzugspreis mit 20% Ermäßigung. Die Zeitschrift wird automatisch zur Fortsetzung weiter geliefert, sofern nicht vier Wochen vor Schluß des Berechnungszeitraumes eine Abbestellung vorliegt. Die Zeitschrift ist durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes sowie durch den Verlag zu beziehen. Für jedes Photokopierblatt eines Beitrages oder Beitragsteiles aus dieser Zeitschrift ist eine Wertmarke von DM —,30 zu verwenden. Diese Wertmarken sind bei der Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt a. M., erhältlich. — Alle geschäftlichen Mitteilungen werden an den **Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt, Holzhofallee 35,** Telefon 70966, erbeten. Schriftverkehr betr. Anzeigen ist direkt mit der **Anzeigenverwaltung Dr. Karl Niedermeyer, Frankfurt a. M.-West,** Georg-Speyer-Straße 76, Fernruf 775036 (Postscheckkonto Frankfurt a. M. 19383) zu führen.

Zahlungen für den Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt, können auf nachstehende Konten geleistet werden:
Postscheckkonto Frankfurt/M. Nr. 95697, Deutsche Bank Darmstadt Nr. 46626

Abkürzung des Titels dieser Zeitschrift für Literaturnachweise: Kolloid-Z.

Printed in Germany